

Маленькие шедевры науки: изобретения и открытия

Джордж Айлз

**Little Masterpieces of Science: Invention
and Discovery**

George Iles



Электронная книга проекта "Гутенберг" Маленькие шедевры науки: изобретения и открытия

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Маленькие шедевры науки: изобретения и открытия

Редактор: Джордж Айлз

Дата выхода: 25 июня 2009 [Электронная книга № 29241]

Язык: Английский

В титрах: Продюсерами выступили Сигал Алон, Марсия Брукс, Fox in the Stars и команда онлайн-редакторов по адресу <http://www.pgdp.net>

*** ЗАПУСК ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ КНИГА ГУТЕНБЕРГА" МАЛЕНЬКИЕ ШЕДЕВРЫ НАУКИ: ИЗОБРЕТЕНИЯ И ОТКРЫТИЯ" ***

МАЛЕНЬКИЕ ШЕДЕВРЫ НАУКИ



Джордж Стивенсон.

Маленькие шедевры науки

Под редакцией Джорджа Айлза

ИЗОБРЕТЕНИЯ И ОТКРЫТИЯ

Автор:

Бенджамин Франклин Александр Грэм Белл

Майкл Фарадей Граф Рамфорд

Джозеф Генри Джордж Стивенсон



НЬЮ-ЙОРК

DOUBLEDAY, СТРАНИЦА И КОМПАНИЯ

1902

Авторское право, 1902, Doubleday, Page & Co.

Авторское право, 1877, Джордж Б. Прескотт

Авторское право, 1896, S. S. McClure Co.

Авторское право, 1900, Doubleday, McClure & Co.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для многих из нас изобретатель - настоящий герой, поскольку он приумножает ценность рабочей жизни. Он выполняет старую задачу с новой экономией, например, когда изобретает косилку, заменяющую косу; или он создает совершенно новую услугу, например, когда заказывает изображение пейзажа на фотопластинке. У него и его брата-близнеца, первооткрывателя, есть глаза, чтобы прочесть урок, который Природа хранила веками под невидящими взглядами других людей. Там, где обычный наблюдатель видит или думает, что видит разнообразие, Франклин обнаруживает идентичность, как в знаменитом эксперименте, о котором здесь рассказывается, который доказывает, что молния - это одно и то же с зарядом лейденской банки. Более поздним поколением, чем Франклин, благодаря новым знаниям и лучшим возможностям для экспериментов, был Фарадей, основатель современного электрического искусства. Его работа подарила миру динамо-машину и мотор, передачу гигантских мощностей практически без платы за проезд на двести миль в час. Однако именно в передаче лишь незначительных количеств движения, достаточных только для подачи сигналов, электричество до сих пор проделывало свою наиболее показательную работу. Среди людей, создавших электрический телеграф, Джозеф Генри занимает видное место. Здесь представлен краткий отчет о том, что он сделал, пересказанный его собственными словами. Затем следует повествование о трудной задаче прокладки первых атлантических кабелей, задаче, долгое время считавшейся невыполнимой: это история, которая доказывает, насколько наука может быть обязана непоколебимому мужеству, вере в конечный триумф.

Придать речи электрические крылья, дать возможность друзьям в Денвере и Нью-Йорке общаться друг с другом - это чудо, которое только близкое знакомство ставит за грань чуда. Вскоре после того, как профессор Белл усовершенствовал телефон, он описал шаги, которые привели к его созданию. Этот рассказ здесь перепечатывается.

Недавним чудом электроискусства является проникновение фотографического луча в вещества, которые до сих пор назывались непрозрачными. Рассказ профессора Рентгена о том, как он совершил этот подвиг, составляет одну из самых волнующих глав в истории науки. Далее следует рассказ о телеграфе, поскольку он полностью отказывается от металлических проводников и доверяет себя тому невесомому эфиру, который доставляет глазу световую волну. За этим следует глава, в которой рассматривается значение электричества как одного из высших ресурсов человеческого остроумия, ресурса, превосходящего даже само пламя, выводящего членораздельную речь и письмо на новые уровни удобства и полезности. Показано, что быстрота, с которой в течение одного столетия электричество было заменено на службу человеку, иллюстрирует, что прогресс имеет как скачкообразные, так и преднамеренные шаги, так что в конце концов пропасть, почти бесконечная, отделяет человека от его ближайших родственников.

На этом этапе мы сделаем паузу, чтобы напомнить о нашем долге физической философии, лежащей в основе расчетов современного инженера. В таком эксперименте, как эксперимент графа Румфорда, мы наблюдаем, как был заложен краеугольный камень знания о том, что тепло - это движение, и что движение, под каким бы видом, будь то свет, электричество или что-то другое, одинаково неподвластно ни созданию, ни уничтожению, как бы неуловимо оно ни переходило из фазы в фазу и исчезало из поля зрения. В мастерстве использования пламени, заменяющего мускулы, бриз и водопад, главная заслуга принадлежит Джеймсу Уатту,

изобретателю паровой машины. Рядом с ним стоит Джордж Стивенсон, который изобрел локомотив, который за счет сокращения пространства удлинит жизнь и приумножил ее высшие удовольствия. Наша книга завершается рассказом о соревновании, которое решило, что “Ракета” Стивенсона намного превосходит своих соперников, и таким образом открыло новую главу в истории человечества.

Джордж Айлз.

Содержание

ФРАНКЛИН, БЕНДЖАМИН

Молния, отождествляемая с электричеством

Франклин объясняет действие лейденского флакона или баночки. Наводит на мысль о громоотводах. Запускает воздушного змея в облака во время грозы; через шнур воздушного змея проходит искра молнии, которая приводит в расхождение свободные волокна шнура, точно так же, как это сделал бы обычный электрический разряд.

3

ФАРАДЕЙ, МАЙКЛ

Подготавливая почву для электрической динамо-машины и двигателя

Замечает индуктивный эффект в одной катушке, когда цепь в концентрической катушке замыкается или разрывается. Замечает аналогичные эффекты, когда провод, по которому проходит ток, приближается к другому проводу или удаляется от него. Вращает стрелку гальванометра электрическим импульсом. Индуцирует токи в катушках при изменении магнитного поля в их железных или стальных сердечниках. Наблюдает за силовыми линиями магнитного поля при намагничивании железных опилок. Магнитный стержень, перемещаемый внутрь катушки с проволокой и из нее, возбуждает в ней электричество — механическое движение преобразуется в электричество. Генерирует ток, вращая медную пластину в горизонтальной плоскости.

7

ГЕНРИ, ДЖОЗЕФ

Изобретение электрического телеграфа

Улучшает электромагнит осетровых рыб за счет изоляции их провода шелковой нитью и размещения провода в нескольких катушках вместо одной. Экспериментирует с большим электромагнитом, возбуждаемым девятью различными катушками. Использует батарею такой мощности, что электромагниты вырабатываются в сто раз энергичнее, чем у осетровых рыб. Организует телеграфную цепь длиной более мили и на этом расстоянии подает сигнал в колокол с помощью электромагнита.

23

АЙЛС, ДЖОРДЖ

Первые Атлантические кабели,

37

предшественники в Нью-Йорке и Дувре. Незаменимый изолятор - гуттаперча. Для обшивки кабелей используется проволока. Проект Сайруса В. Филда по прокладке атлантического кабеля. Первый кабель выходит из строя. 1858, как и второй кабель 1865. Триумф мужества, 1866. Шоссе, расчищенное для приемников. Уроки кабеля.

БЕЛЛ, АЛЕКСАНДР ГРЭМ

Изобретением телефона

57

он обязан изучению голосовых органов в процессе формирования звуков, проводимому его отцом. Исследует метод Гельмгольца для анализа и синтеза вокальных звуков. Предлагает электрическое приведение в действие камертонов и электрическую передачу их тонов. Различает прерывистые, пульсирующие и волнообразные токи. Изобретает в качестве своего первого артикулирующего телефона арфу из стальных стержней, приводимую в вибрацию электромагнетизмом. Оптически воспроизводит звуковые колебания, используя препарат человеческого уха: поражен эффективностью тонкой слуховой мембраны. Прикрепляет кусочек часовой пружины к куску кожи голдбитера, разговаривает с ним, звуковое сообщение принимается удаленным и похожим устройством. Усовершенствованное устройство демонстрируется на Столетней выставке в Филадельфии в 1876 году. Сначала передавался и доставлялся один и тот же инструмент, сообщение; вскоре были изобретены два разных инструмента для передачи и для приема. Достаточно очень маленьких магнитов. Одинокая травинка образует телефонную цепь.

ДАМ, Х. Дж. У.

Фотографированием невидимого

87

Рентген обязан исследованиям Фарадея, Клерк-Максвелла, Герца, Лоджа и Ленарда. На зрительный нерв человека воздействует очень небольшой диапазон волн, существующих в эфире. За пределами видимого спектра обычного света находятся вибрации, которые давно известны как тепловые или как фотографически активные. Круксова лампа в вакууме излучала мягкий свет за счет электричества высокого напряжения. Ленард обнаружил, что лучи из трубки Крукса проходят через вещества, непрозрачные для обычного света. Рентген расширил эти эксперименты и использовал лучи фотографически, делая снимки костей руки сквозь живую плоть и так далее.

ИЛЗ, ДЖОРДЖ

Беспроводной телеграф

109

Что может последовать за электрической индукцией. Телеграфия движущемуся поезду. Метод индукции Приса; его пределы. Система Маркони. Его предшественники Герц, Онести, Бранли и Лодж. Когерер и вертикальный провод составляют суть устройства. Беспроволочный телеграф в море.

ИЛЗ, ДЖОРДЖ

Электричество делает все, что когда-либо делал огонь, делает это лучше и оказывает бесчисленные услуги, которые невозможно воспламенить. Овладение им означает такой же большой шаг вперед, как покорение огня. Незначительное изобретение или находка просто приумножают человеческие ресурсы: высшее достижение, такое как владение пламенем или электричеством, приумножает и поднимает искусство и науку на новый уровень. Рост медленный, цветение быстрое: прогресс временами настолько стремителен, что практически превращается в скачок. Мастерство владения электричеством основано на мастерстве владения огнем. Диапазон действия электричества значительно шире, чем тепла: это энергия в ее наиболее доступной и желанной фазе. Телеграф и телефон контрастировали с сигнальным огнем. Электричество как слуга механика и инженера. Бытовое использование тока. Электричество как средство исследования теперь изучает природу в новых аспектах. Исследователь и коммерческий эксплуататор оказывают помощь друг другу. Социальные преимущества электричества, телеграфии, быстрых поездок. Ток должен обслуживать каждый городской дом.

ГРАФ РАМФОРД (БЕНДЖАМИН ТОМПСОН)

Идентифицировал тепло и движение

Отмечает, что при растачивании пушки выделяется много тепла: чем дольше длится растачивание, тем больше выделяется тепла. Он утверждает, что, поскольку неограниченное количество тепла может быть таким образом произведено движением, тепло должно быть движением.

СТИВЕНСОН, ДЖОРДЖ

“Ракетный” локомотив и его победа

Будет ли это система стационарных двигателей или локомотивов? Два лучших инженера-практика современности выступают за стационарные двигатели. Однако предлагается провести испытание локомотивов, и Джордж Стивенсон и его сын Роберт обсуждают, как им лучше всего сконструировать двигатель, чтобы получить первый приз. Они используют паровой дутье, чтобы стимулировать тягу в печи, и быстро поднимают пар в котле с двадцатью пятью маленькими медными жаровыми трубками. “Ракета” с максимальной скоростью двадцать девять миль в час отдаляет своих соперников. С грузом воды он весил всего четыре с четвертью тонны.

ИЗОБРЕТЕНИЯ И ОТКРЫТИЯ

ФРАНКЛИН ОТОЖДЕСТВЛЯЕТ МОЛНИЮ С ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ

[Из сочинений Франклина, изданных в десяти томах Джоном Бигелоу, Т. I, страницы 276-281, авторское право принадлежит G. P. Putnam's Sons, Нью-Йорк.]

Доктор Штубер, автор первого "Продолжения жизни Франклина", так описывает электрические эксперименты Франклина:

Своими наблюдениями он поделился в серии писем своему другу Коллинсону, первое из которых датировано 28 марта 1747 года. В них он показывает силу точек в привлечении и отбрасывании электрической материи, которая до сих пор ускользала от внимания электриков. Он также сделал великое открытие *плюса и минуса*, или *положительного и отрицательного* состояния электричества. Мы без колебаний оказываем ему эту честь, хотя англичане присвоили ее своему соотечественнику доктору Ватсону. Статья Уотсона датирована 21 января 1748 года; статья Франклина - 11 июля 1747 года, несколькими месяцами ранее. Вскоре после этого Франклин, исходя из своих принципов *плюсового и минусового* состояния, удовлетворительным образом объяснил феномен лейденского флякона, впервые наблюденный м-ром Кунеусом или профессором Мушенбруком из Лейдена, который сильно озадачил философов. Он ясно показал, что при зарядке бутылка содержала не больше электричества, чем раньше, но что с одной стороны забиралось столько же электричества, сколько выбрасывалось с другой; и что для разрядки не было ничего необходимого, кроме как установить связь между двумя сторонами, с помощью которой равновесие могло быть восстановлено, и что тогда не оставалось бы никаких признаков электричества. Впоследствии он экспериментально продемонстрировал, что электричество находится не в покрытии, как предполагалось, а в порах самого стекла. После того, как флякон был заряжен, он снял покрытие и обнаружил, что при нанесении нового покрытия шок все еще может быть получен. В 1749 году он впервые предложил свою идею объяснить явления порывов грома и *северного сияния* на электрических принципах. Он указывает на множество деталей, в которых сходятся молния и электричество; и он приводит множество фактов и рассуждений на основе фактов в поддержку своих позиций.

В том же году ему пришла в голову удивительно смелая и грандиозная идея удостовериться в истинности своего учения, фактически вызвав молнию с помощью остро заостренных железных стержней, поднятых в области облаков. Даже в этом неопределенном состоянии его страсть быть полезным человечеству проявилась мощно. Признавая идентичность электричества и молнии и зная силу точек в отталкивании тел, заряженных электричеством, и в бесшумном и незаметном разведении огня, он предложил идею защиты домов, кораблей и тому подобного от повреждений молнией, устанавливая заостренные стержни, которые должны возвышаться на несколько футов над самой возвышенной частью и опускаться на несколько футов в землю или воду. Он пришел к выводу, что эффект от них будет заключаться либо в предотвращении удара, отталкивая облако за пределы расстояния удара, либо отводя электрический огонь, который оно содержало; или, если они не смогут добиться этого, они, по крайней мере, проведут электрическое вещество к земле без какого-либо ущерба для здания.

“Только летом 1752 года ему удалось завершить свое грандиозное и беспрецедентное открытие с помощью эксперимента. План, который он первоначально предложил, состоял в том, чтобы воздвигнуть на какой-нибудь высокой башне или возвышении сторожевую будку, из которой

должен был подниматься заостренный железный прут, изолированный за счет закрепления в куске смолы. Наэлектризованные облака, проходящие над ним, по его замыслу, передали бы ему часть своего электричества, которое стало бы очевидным для органов чувств в виде искр, выпускаемых при поднесении к нему ключа, костяшки пальцев или другого проводника. Филадельфия в то время не предоставляла возможности провести эксперимент подобного рода. Пока Франклин ждал возведения шпиля, ему пришло в голову, что у него мог бы быть более удобный доступ в область облаков с помощью обычного воздушного змея. Он приготовил одну, прикрепив две перекрещенные палочки к шелковому носовому платку, который пострадал бы от дождя не так сильно, как бумага. К прямой палке был прикреплен железный наконечник. Бечевка была, как обычно, из пеньки, за исключением нижнего конца, который был шелковым. Там, где заканчивалась пеньковая бечевка, был прикреплен ключ. С этим аппаратом при виде приближающейся грозы он вышел в палату общин в сопровождении своего сына, которому одному сообщил о своих намерениях, хорошо зная, какие насмешки, слишком общие для интересов науки, ожидают неудачные эксперименты в философии. Он спрятался под навесом, чтобы не попасть под дождь; его воздушный змей был поднят, над ним пролетела грозовая туча, никаких признаков электричества не появилось. Он почти отчаялся в успехе, как вдруг заметил, что свободные волокна его струны пришли в вертикальное положение. Теперь он поднес костяшки пальцев к клавише и получил сильную искру. Какими утонченными, должно быть, были его ощущения в этот момент! От его эксперимента зависела судьба его теории. Если бы он преуспел, его имя заняло бы высокое место среди тех, кто усовершенствовал науку; если бы он потерпел неудачу, он неизбежно подвергся бы насмешкам человечества или, что еще хуже, их жалости как человек с благими намерениями, но слабый, глупый проектор. Легко понять тревогу, с которой он ожидал результата своего эксперимента. Сомнения и отчаяние начали преобладать, когда этот факт был установлен настолько ясно, что даже самые недоверчивые не могли больше скрывать своего согласия. Из ключа неоднократно извлекали искры, заряжали флакон, подвергали удару током и производили все эксперименты, которые обычно проводятся с электричеством”.

ОТКРЫТИЯ ФАРАДЕЯ, ПРИВЕДШИЕ К СОЗДАНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДИНАМО-МАШИНЫ И ДВИГАТЕЛЯ

Наверх

[Майкл Фарадей в течение многих лет был профессором естественной философии в Королевском институте в Лондоне, где его исследования сделали больше для того, чтобы поставить электричество на службу человеку, чем исследования любого другого физика, когда-либо жившего. “Фарадей как первооткрыватель” профессора Джона Тиндалла (его преемника) изображает ум с редчайшими способностями и характер чрезвычайного обаяния. Эта биография опубликована издательством D. Appleton & Co., Нью-Йорк: приведенные ниже выдержки взяты из третьей главы.]

В 1831 году мы видим Фарадея на пике его интеллектуальной мощи, в возрасте сорока лет, богатого знаниями и полного изначальной силы. Благодаря чтению, чтению лекций и экспериментам он досконально познакомился с наукой об электричестве: он видел, где нужен свет и возможно расширение. Явления обычной электрической индукции принадлежали, так

сказать, к азбуке его знаний: он знал, что при обычных обстоятельствах присутствия наэлектризованного тела было достаточно, чтобы возбудить индукцией неэлектрифицированное тело. Он знал, что провод, по которому течет электрический ток, является наэлектризованным телом, и все же все попытки привести его в состояние, подобное своему собственному, в других проводах оказались безуспешными.

В чем была причина этой неудачи? Фарадей никогда не мог работать на основе экспериментов других, какими бы четкими они ни были. Он хорошо знал, что от каждого эксперимента исходит своего рода светящееся излучение, в разной степени воздействующее на разные умы, и он едва ли доверял себе рассуждать об эксперименте, которого не видел. Осенью 1831 года он начал повторять эксперименты с электрическими токами, которые до того времени не давали положительного результата. И здесь, ради молодых исследователей, если не ради всех нас, стоит на мгновение остановиться на силе, которой Фарадей обладал в экстраординарной степени. Он соединил огромную силу с идеальной гибкостью. Его импульс был как у реки, которая сочетает в себе вес и прямолинейность со способностью уступать изгибам своего русла. Сосредоточенность его взгляда в любом направлении, по-видимому, не уменьшала его способности восприятия в других направлениях; и когда он атаковал объект, ожидая результатов, он обладал способностью сохранять бдительность своего ума, так что результаты, отличные от тех, которые он ожидал, не должны были ускользнуть от него в результате предварительной подготовки.

Он начал свои эксперименты “по индукции электрических токов” с составления спирали из двух изолированных проводов, которые были намотаны бок о бок вокруг одного и того же деревянного цилиндра. Один из этих проводов он соединил с вольтовой батареей из десяти элементов, а другой - с чувствительным гальванометром. Когда было произведено подключение к батарее и пока протекал ток, на гальванометре не наблюдалось никакого эффекта. Но он никогда не соглашался с результатами эксперимента, пока не применял к ним максимальную мощность, которая была в его распоряжении. Он увеличил количество элементов питания с десяти до ста двадцати, но безрезультатно. Ток спокойно протекал по проводу аккумулятора, не производя во время своего протекания никакого ощутимого воздействия на гальванометр.

“Во время его протекания”, и это было время, когда ожидался эффект — но здесь в игру вступила способность Фарадея к боковому зрению, как бы отделяющаяся от линии ожидания — он заметил, что слабое движение иглы всегда происходило в тот момент, когда он соприкасался с батареей; что впоследствии игла возвращалась в свое прежнее положение и спокойно оставалась там, не подверженная *протекающему* току. Однако в тот момент, когда цепь прерывалась, стрелка снова двигалась, причем в направлении, противоположном тому, которое наблюдалось при завершении цепи.

Этот результат и другие подобного рода привели его к выводу, “что ток батареи, протекающий по одному проводу, в действительности вызывал аналогичный ток по другому; но это продолжалось лишь мгновение и больше походило на электрическую волну от обычной лейденской банки, чем на ток от вольтовой батареи”. Генерируемые таким образом мгновенные токи назывались *индуцированными токами*, в то время как ток, который их генерировал, назывался *индуцирующим* током. Было немедленно доказано, что ток, генерируемый при создании цепи, всегда был противоположен по направлению своему генератору, в то время как ток, возникающий при разрыве цепи, совпадал по направлению с индуцирующим током.

Создавалось впечатление, что ток, впервые пробежав по первичному проводу, нашел опору во вторичном и, своего рода толчком, отбросил назад по последнему электрическую волну, которая утихла, как только первичный ток был полностью установлен.

Фарадей какое-то время полагал, что вторичный провод, хотя и находится в состоянии покоя, когда однажды был установлен первичный ток, не находится в своем естественном состоянии, о его возвращении в это состояние свидетельствует ток, наблюдаемый при разрыве цепи. Он назвал это гипотетическое состояние провода *электротоническим состоянием*: впоследствии он отказался от этой гипотезы, но, казалось, вернулся к ней в загробной жизни. Термин "электротонический" также сохранен профессором Дюбуа Реймоном для обозначения определенного электрического состояния нервов, а профессор Клерк Максвелл умело определил и проиллюстрировал эту гипотезу в Десятом томе "Трудов Кембриджского философского общества".

Простое приближение провода, образующего замкнутую кривую, ко второму проводу, по которому протекал электрический ток, было затем показано Фарадеем как достаточное для возбуждения в нейтральном проводе индуцированного тока, противоположного по направлению индуцирующему току; отвод провода также генерировал ток, имеющий то же направление, что и индуцирующий ток; эти токи существовали только во время приближения или отвода, и когда ни первичный, ни вторичный провода не находились в движении, независимо от того, насколько близко они находились, индуцированный ток не генерировался.

Фарадея называли чисто индуктивным философом. Боюсь, в этой стране Англии говорят много бессмыслицы об индукции и дедукции. Кто-то утверждает, что дружит с одним, кто-то с другим, в то время как истинное призвание исследователя, подобного Фарадею, состоит в постоянном браке обоих. В то время он был полон идей теории Ампера, и нет никаких сомнений в том, что многие его эксперименты были проведены просто для проверки его выводов из этой теории. Начиная с открытия Эрстеда, знаменитый французский философ показал, что все известные в то время явления магнетизма можно свести к взаимному притяжению и отталкиванию электрических токов. Магнетизм был получен из электричества, и Фарадей, который всю свою жизнь свято верил в такие взаимные действия, теперь попытался произвести эволюцию электричества из магнетизма. Вокруг сваренного железного кольца он поместил два отдельных витка покрытой проволоки, в результате чего витки оказались в противоположных половинах кольца. Соединив концы одной из катушек с гальванометром, он обнаружил, что в тот момент, когда кольцо намагничивалось, посылая ток через *другую катушку*, стрелка гальванометра поворачивалась четыре или пять раз подряд. Действие, как и прежде, представляло собой импульс, который немедленно исчезал. При прерывании тока происходило вращение стрелки в противоположном направлении. Эти эффекты возникали только во время намагничивания или размагничивания. Наведенные токи указывали только на *изменение* состояния и исчезали в тот момент, когда акт намагничивания или размагничивания был завершен.

Эффекты, полученные при использовании сварного кольца, были также получены при использовании прямых железных стержней. Независимо от того, были ли стержни намагничены электрическим током или были возбуждены контактом постоянных стальных магнитов, индуцированные токи всегда генерировались как во время подъема, так и во время спада магнетизма. Затем от использования железа отказались, и тот же эффект был получен простым втискиванием постоянного стального магнита в катушку проволоки. При вставке магнита по

катушке проходил разряд электричества; такой же разряд в противоположном направлении сопровождал его извлечение. Точность, с которой Фарадей описывает эти результаты, и полнота, с которой он определил границы своих фактов, замечательны. Магнит, например, нужно пропускать не совсем через катушку, а только наполовину, потому что при прохождении насквозь игла останавливается как от удара, и затем он показывает, как этот удар возникает в результате обращения вспять электрической волны в спирали. Затем он оперировал с мощным постоянным магнитом Королевского общества и получил с его помощью в высшей степени все вышеупомянутые явления.

И теперь он направил свет этих открытий на самое мрачное физическое явление того времени. Араго обнаружил в 1824 году, что диск из немагнитного металла обладает способностью быстро останавливать подвешенную над ним вибрирующую магнитную стрелку; и что при вращении диска магнитная стрелка вращается вместе с ним. Когда оба находились в состоянии покоя, между иглой и диском не было ни малейшего измеримого притяжения или отталкивания; тем не менее, в движении диск мог тащить за собой не только легкую иглу, но и тяжелый магнит. Этот вопрос был исследован с замечательным мастерством как Араго, так и Ампером, а Пуассон опубликовал теоретические мемуары на эту тему; но никакой причины для столь экстраординарного поступка назвать было нельзя. Это также было исследовано в нашей стране двумя знаменитыми людьми, мистером Бэббиджем и сэром Джоном Гершелем; но это все еще оставалось загадкой. Фарадей всегда рекомендовал приостанавливать суждения в случаях сомнений. “Я всегда восхищался,” говорит он, - благоразумием и философской сдержанностью, проявленными месье Араго в сопротивлении искушению выдвинуть теорию открытого им эффекта, пока он не смог изобрести ту, которая была бы совершенна в своем применении, и в отказе соглашаться с несовершенными теориями других”. Теперь, однако, пришло время для теории. Фарадей мысленно представил вращающийся диск под действием магнита, заполненный наведенными им токами, и из известных законов взаимодействия токов и магнитов он надеялся вывести движение, наблюдаемое Араго. Эту надежду он осуществил, показав реальным экспериментом, что при вращении его диска через него проходят токи, их положение и направление таковы, что в соответствии с установленными законами электромагнитного воздействия должны вызывать наблюдаемое вращение.

Поместив край своего диска между полюсами большого подковообразного магнита Королевского общества и соединив ось и край диска, каждый с помощью провода с гальванометром, он добился, когда диск вращался, постоянного тока. Направление тока определялось направлением движения, причем ток менялся на противоположное при обратном вращении. Теперь он излагает закон, который управляет возникновением токов как в дисках, так и в проводах, и при этом впервые использует фразу, которая с тех пор стала знаменитой. Когда железные опилки рассыпаются по магниту, частицы железа выстраиваются в определенные линии, называемые магнитными кривыми. В 1831 году Фарадей впервые назвал эти кривые “линиями магнитной силы”; и он показал, что для создания индуцированных токов не имеет значения ни приближение к магнитному источнику, ни отвод от него, или центра, или полюса, но что необходимо только соответствующим образом обрезать линии магнитной силы. Первая статья Фарадея о магнитоэлектрической индукции, которую я здесь попытался сжать, была прочитана перед Королевским обществом 24 ноября 1831 года.

12 января 1832 года он представил Королевскому обществу вторую статью о “Земной магнитоэлектрической индукции”, которая была выбрана в качестве лекции Бейкериана на этот

год. Он поместил железный брусок в моток проволоки и, подняв брусок в направлении погружающейся иглы, возбудил этим действием ток в катушке. При переворачивании стержня по проволоке проходил ток в противоположном направлении. Тот же эффект был получен, когда, удерживая спираль на линии падения, в нее воткнули железный стержень. Здесь, однако, земля воздействовала на катушку через посредство железного бруска. Он отказался от стержня и просто установил медную пластину вращающейся в горизонтальной плоскости; он знал, что в этом случае магнитные силовые линии земли пересекают пластину под углом около 70° . Когда пластина вращалась, силовые линии пересекались и генерировались индуцированные токи, которые при передаче от пластины к гальванометру производили надлежащий эффект. “Когда пластина находилась в магнитном меридиане или в любой другой плоскости, совпадающей с магнитным провалом, ее вращение не оказывало никакого влияния на гальванометр”.

По предложению ума, способного на предложения глубокого и философского характера — я имею в виду сэра Джона Гершеля, — мистер Барлоу из Вулвича экспериментировал с вращающейся железной оболочкой. мистер Кристи также провел сложную серию экспериментов с вращающимся железным диском. Оба они обнаружили, что при вращении тело оказывало особое воздействие на магнитную стрелку, отклоняя ее способом, который не наблюдался во время покоя; но ни один из них в то время не знал о факторе, вызвавшем это необычное отклонение. Они приписали это некоторому изменению магнетизма железной оболочки и диска.

Но Фарадей сразу понял, что здесь должны действовать его индуцированные токи, и он немедленно получил их от железного диска. Более того, с помощью полого латунного шарика он добился эффекта, полученного мистером Барлоу. Железо ни в коей мере не было необходимо: единственным условием успеха было то, что вращающееся тело должно было иметь такой характер, чтобы допускать образование токов в его веществе: другими словами, оно должно было быть проводником электричества. Чем вышепроводящая способность, тем обильнее были токи. Теперь он переходит от своего маленького латунного глобуса к глобусу земли. Он играет с земным магнетизмом, как фокусник. Он видит невидимые линии, по которым распространяется его магнетическое действие, и, проводя палочкой по этим линиям, пробуждает эту новую силу. Надев простую проволочную петлю на магнитную стрелку, он сгибает ее верхнюю часть на запад: северный полюс стрелки немедленно отклоняется на восток: он сгибает свою петлю на восток, а северные полюса смещаются на запад. Подвешивая обычный стержневой магнит в вертикальном положении, он заставляет его вращаться вокруг собственной оси. Поскольку его полюс соединен с одним концом провода гальванометра, а экватор - с другим концом, электричество от вращающегося магнита устремляется вокруг гальванометра. Он отмечает “*исключительную независимость*” магнетизма и тела магнита, которое его переносит. Сталь ведет себя так, как если бы она была изолирована от своего собственного магнетизма.

И затем его мысли внезапно расширяются, и он спрашивает себя, не создает ли вращающаяся земля индуцированных токов, когда она поворачивается вокруг своей оси с запада на восток. В его эксперименте с вращающимся магнитом провод гальванометра оставался в состоянии покоя; одна часть цепи находилась в движении *относительно другой части*. Но в случае вращающейся планеты проволока гальванометра обязательно перемещалась бы вместе с землей; относительного движения не было бы. Каково должно быть следствие? Возьмем случай с телеграфным проводом, две клеммные пластины которого погружены в землю, и

предположим, что провод лежит в магнитном меридиане. На землю под проводом, как и на сам провод, влияет вращение земли; если в проводе генерируется ток с юга на север, аналогичный ток с юга на север будет генерироваться в земле под проводом; эти токи будут проходить по одним и тем же клеммным колодкам и, таким образом, нейтрализуют друг друга.

Этот вывод кажется неизбежным, но его глубокое видение показало его возможную несостоятельность. Он увидел, что, по крайней мере, возможно, что разница в проводящей мощности между землей и проводом могла бы дать одному преимущество перед другим, и что таким образом можно было бы получить остаточный или дифференциальный ток. Он соединил провода из разных материалов и заставил их действовать противоположно друг другу, но обнаружил, что комбинация неэффективна. Более обильный ток в лучшем проводнике был точно уравновешен сопротивлением худшего. Тем не менее, хотя эксперимент был таким настойчивым, он очистил бы свой разум от всякого дискомфорта, действуя на самой земле. Он отправился к круглому озеру недалеко от Кенсингтонского дворца и протянул четыреста восемьдесят футов медной проволоки на север и юг над озером, заставив пластины, припаянные к проволоке на ее концах, погрузиться в воду. Медный провод был перерезан посередине, а отрезанные концы соединены гальванометром. Никакого эффекта не наблюдалось. Но хотя неподвижная вода не давала никакого эффекта, движущаяся вода могла. Поэтому он работал на Лондонском мосту в течение трех дней во время отлива, но без какого-либо удовлетворительного результата. Тем не менее, он настаивает: “Теоретически это кажется необходимым следствием того, что там, где течет вода, должны образовываться электрические токи. Если представить линию, проходящую от Дувра до Кале через море и возвращающуюся через сушу, под водой, в Дувр, то она прослеживает контур проводящего вещества, одна часть которого, когда вода движется вверх или вниз по каналу, пересекает магнитные кривые земли, в то время как другая находится в относительном покое.... Есть все основания полагать, что токи действительно текут в общем направлении описанного контура, либо в ту, либо в другую сторону, в зависимости от того, идет ли поток воды вверх или вниз по каналу.” Это было написано до того, как задумались о подводном кабеле, и однажды он сообщил мне, что фактические наблюдения за этим кабелем, как было установлено, соответствуют его теоретическим выводам.

Через три года после публикации этих исследований, то есть 29 января 1835 года, Фарадей прочитал в Королевском обществе доклад “О влиянии индукции электрического тока на само себя”. Шок и искра необычного характера были замечены молодым человеком по имени Уильям Дженкин, который, должно быть, подавал определенные научные надежды, но которого, как однажды сообщил мне Фарадей, собственный отец отговорил иметь какое-либо отношение к науке. Исследование факта, замеченного мистером Дженкином, привело Фарадея к открытию *дополнительного тока*, или тока, *индуцируемого в самом первичном проводе* в моменты установления и разрыва контакта, явления, которые он описал и проиллюстрировал в упомянутой прекрасной и исчерпывающей статье.

Тридцать семь лет прошло с момента открытия магнитоэлектричества; но, если не считать *дополнительного тока*, до недавнего времени к этому предмету не было добавлено ничего существенного. Фарадей придерживался мнения, что первооткрыватель великого закона или принципа имеет право на “добычу” — таков был его термин, — вытекающий из его иллюстрации; и, руководствуясь открытым им принципом, его замечательный ум, которому помогали его замечательные десять пальцев, за одну осень охватил эту обширную область и

едва ли оставил после себя хоть крупицу фактов, которые могли бы быть собраны его преемниками.

И здесь у некоторых умов может возникнуть вопрос, какая от всего этого польза? Ответ таков: если интеллектуальная природа человека жаждет знаний, то знания полезны, потому что они удовлетворяют эту жажду. Если вы стремитесь к практическим целям, вы должны, я думаю, расширить свое определение термина "практичный" и включить в него все, что возвышает и просвещает интеллект, а также все, что служит физическому здоровью и комфорту людей. Тем не менее, при необходимости можно было бы дать ответ другого рода на вопрос "в чем его польза?" Поскольку электричество применялось в медицинских целях, это было почти исключительно электричество Фарадея. Вы обратили внимание на те провода, которые пересекают улицы Лондона. Это токи Фарадея, которые передаются с места на место по этим проводам. Приближаясь к мысу Дандженесс, моряк видит необычайно яркий свет, и с благородного маяка Ла-Хев такой же свет вспыхивает над морем. Это искры Фарадея, вознесенные подходящими механизмами до солнечного блеска. В настоящий момент Торговый совет и братья Дома Тринити, а также уполномоченные "Северного сияния" рассматривают возможность внедрения магнитоэлектрического освещения во многих точках нашего побережья; и будущие поколения смогут ссылаться на эти путеводные звезды в ответе на вопрос, каково было практическое применение трудов Фарадея? Но я бы еще раз решительно сказал, что его работа не нуждается в оправдании, и что если бы он позволил своему видению быть нарушенным соображениями, касающимися практического использования его открытий, эти открытия никогда не были бы им сделаны. "Я скорее, - пишет он в 1831 году, - желал открыть новые факты и новые соотношения, зависящие от магнитоэлектрической индукции, чем усилить силу уже полученных; я был уверен, что последние найдут свое полное развитие в дальнейшем".

В 1817 году, читая лекцию перед частным обществом в Лондоне об элементе хлор, Фарадей таким образом высказывается по поводу этого вопроса полезности. "Прежде чем оставить эту тему, я укажу на историю этого вещества в качестве ответа тем, кто имеет привычку говорить на каждый новый факт: "В чем его польза?" Доктор Франклин говорит на это: "В чем польза младенца?" Ответ экспериментатора таков: "Постарайтесь сделать это полезным". Когда Шееле открыл это вещество, оказалось, что оно бесполезно; оно находилось в зачаточном и бесполезном состоянии, но, повзрослев, вы станете свидетелем его силы и увидите, к чему привели попытки сделать его полезным".

ИЗОБРЕТЕНИЕ ПРОФЕССОРОМ ДЖОЗЕФОМ ГЕНРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТЕЛЕГРАФА

[Наверх](#)

[В 1855 году регенты Смитсоновского института в Вашингтоне, округ Колумбия, по просьбе своего секретаря, профессора Джозефа Генри, собрали доказательства в отношении его заявлений как изобретателя электрического телеграфа. Основные абзацы заявления профессора Генри взяты из Материалов Заседания Попечительского совета Смитсоновского института, Вашингтон, 1857 год.]

Существует несколько форм электрического телеграфа; во-первых, тот, в котором было предложено использовать электричество трения для получения искр и движения пробковых шариков на расстоянии.

Вторая, та, в которой для получения сигналов с помощью пузырьков газа, образующихся при разложении воды, использовался гальванизм.

В-третьих, тот, в котором электромагнетизм является движущей силой для создания движения на расстоянии; и опять же, из последних есть два вида телеграфа: те, в которых информация указывается движением магнитной стрелки, и те, в которых звуки и постоянные знаки создаются притяжением электромагнита. К последнему классу относится изобретение мистера Морзе. Ниже приводится краткое изложение нескольких этапов, которые привели к появлению этой формы телеграфа.

Первый существенный факт, который сделал возможным электромагнитный телеграф, был открыт Эрстедом зимой 1819-20 годов. Это проиллюстрировано на [рисунке 1](#), на котором магнитная стрелка отклоняется под действием гальванического тока, передаваемого по проводу A B.

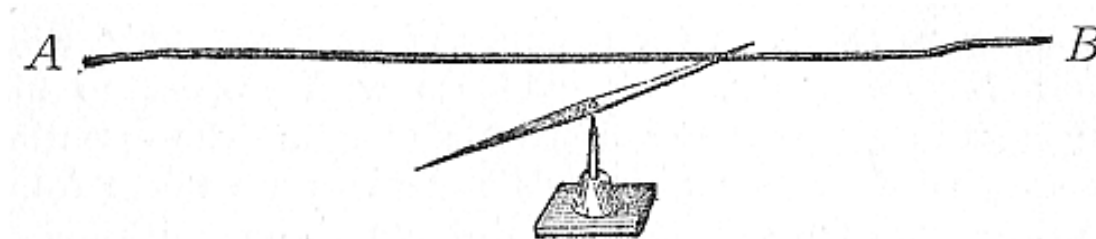


Рис. 1

Второй важный факт, открытый в 1820 году Араго и Дэви, проиллюстрирован на [рис. 2](#). Это состоит в том, что, когда гальванический ток проходит по медному проводу Ab, он является магнитным, он притягивает железные опилки, а не медные или латунные, и способен развивать магнетизм в мягком железе.

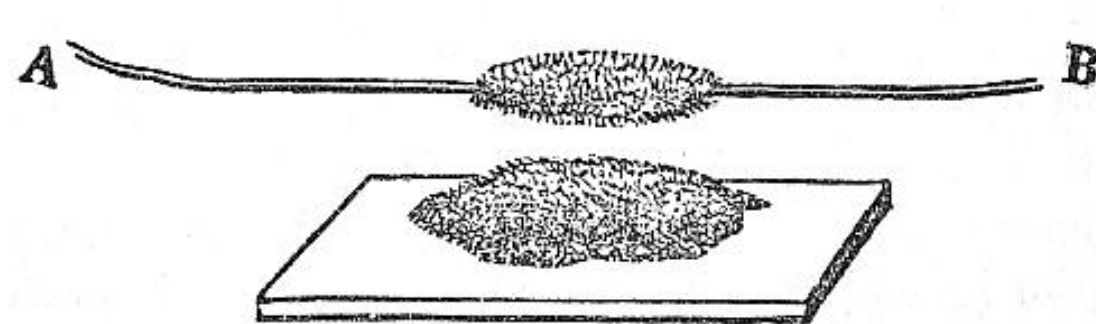


Рис. 2

Следующее важное открытие, также сделанное Ампером в 1820 году, заключалось в том, что два провода, по которым проходят гальванические токи в одном направлении, притягиваются, а

в противоположном - отталкиваются друг от друга. На этом факте Ампер основал свою знаменитую теорию, согласно которой магнетизм заключается всего лишь в притяжении электрических токов, вращающихся под прямым углом к линии, соединяющей два полюса магнита. Согласно этой теории, намагничивание стального или железного бруска заключается в создании в металле путем индукции серии электрических токов, вращающихся в одном направлении под прямым углом к оси или длине бруска.



Рис. 3

Именно эта теория побудила Араго, как он утверждает, применить метод намагничивания швейных игл и кусочков стальной проволоки, показанный на [рис. 3](#). Этот метод заключается в пропускании электрического тока по спирали, окружающей намагничиваемую иглу или проволоку. В целях изоляции игла была заключена в стеклянную трубку, и несколько витков спирали находились на некотором расстоянии друг от друга, чтобы обеспечить прохождение электричества по всей длине провода или, другими словами, чтобы предотвратить его поиск более короткого пути путем перехода от одного провода к другому. Спираль, используемая Араго, очевидно, приближается к расположению, требуемому теорией Ампера, чтобы развить индукцией магнетизм железа. При внимательном прочтении первоначального отчета об экспериментах Араго будет видно, что, собственно говоря, он не делал электромагнита, как утверждали Морс и другие; его эксперименты ограничивались магнетизмом железных опилок, швейных игл и кусочков стальной проволоки диаметром в миллиметр или толщиной примерно с маленькую вязальную спицу.

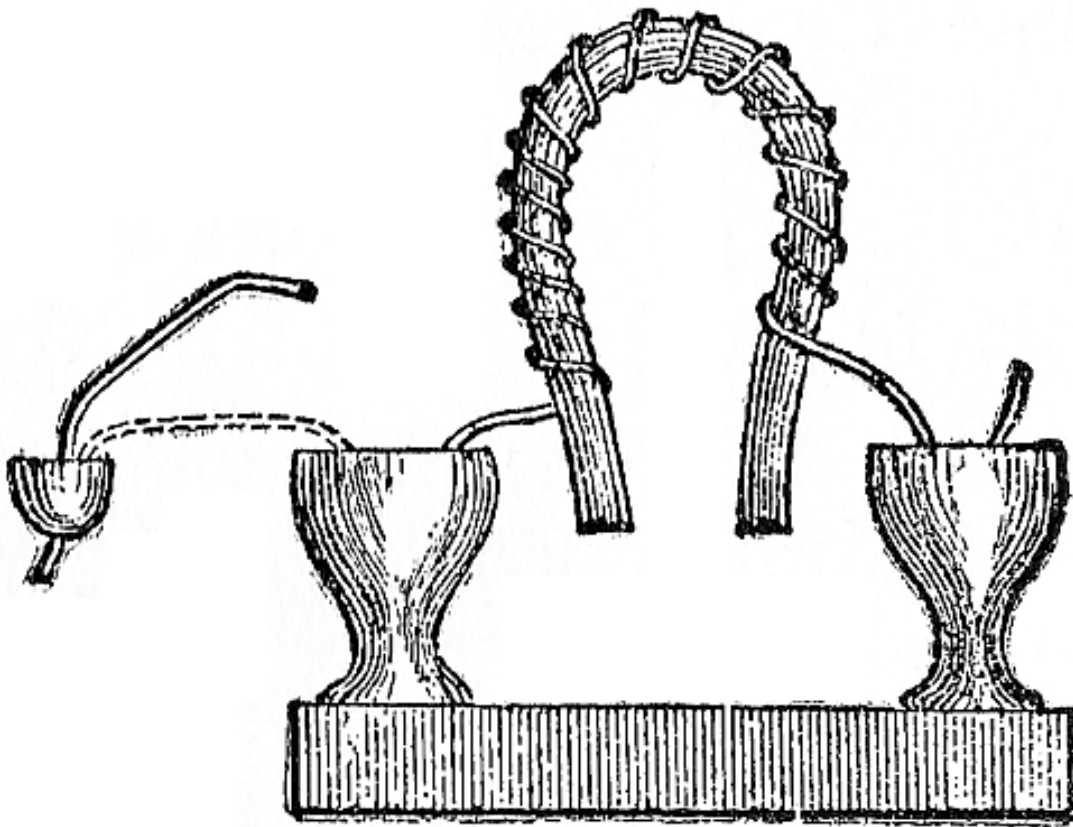


Рис. 4

Мистер Стерджен в 1825 году сделал важный шаг вперед в экспериментах Араго и создал то, что должным образом известно как электромагнит. Он согнул кусок железной *провода* в форме подковы, покрыл его лаком, чтобы изолировать, и окружил спиралью, шпильки которой находились на некотором расстоянии. Когда гальванический ток пропусклся по спирали от небольшой батарейки в одну чашку, железная проволока становилась магнитной и продолжала в том же состоянии во время прохождения тока. Когда ток прерывался, магнетизм исчезал, и таким образом был создан первый временный магнит из мягкого железа.

Электромагнит осетра показан на [рис. 4](#). Путем сравнения [фиг. 3](#) и [4](#) видно, что спираль, использованная Осетром, была того же типа, что и у Араго; однако вместо прямой стальной проволоки, заключенной в стеклянную трубку, в первом использовалась изогнутая проволока из мягкого железа. Разница в расположении на первый взгляд может показаться незначительной, но разница в полученных результатах была важной, поскольку временного магнетизма, возникшего при расположении Осетра, было достаточно, чтобы выдержать вес в несколько фунтов, и таким образом был создан инструмент, ценный для будущих исследований.

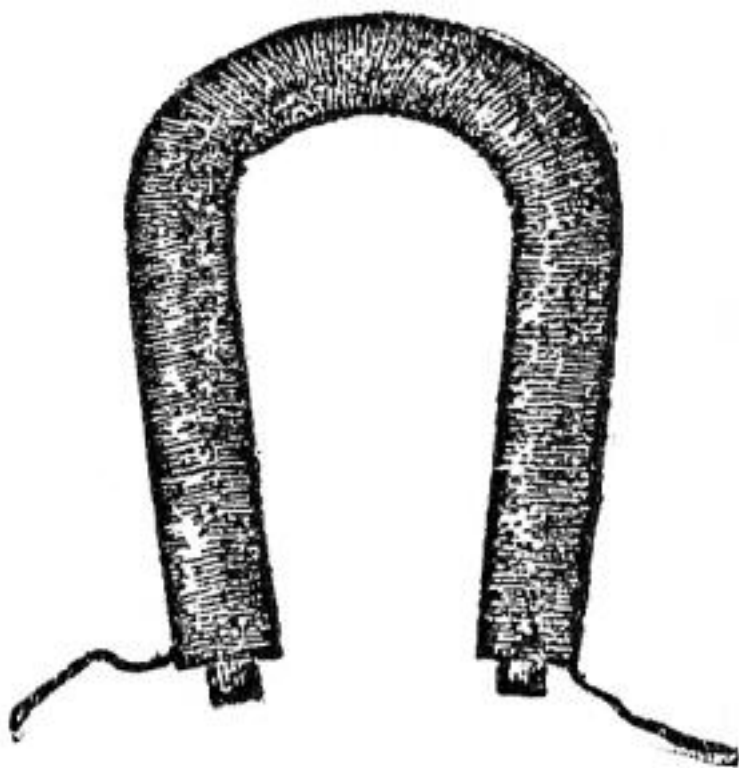


Рис. 5

Следующее улучшение было сделано мной самим. После прочтения отчета о гальванометре Швайггера мне пришла в голову идея, что гораздо большего приближения к требованиям теории Ампера можно достичь, изолировав сам проводящий провод вместо намагничиваемого стержня и покрыв всю поверхность железа серией катушек, находящихся в тесном контакте. Это было осуществлено путем изолирования длинной проволоки шелковой нитью и намотки ее на железный прут плотными витками от одного конца к другому. Тот же принцип был расширен за счет использования еще более длинного изолированного провода и намотки нескольких слоев этого провода поверх первого, при этом соблюдалась осторожность, чтобы обеспечить изоляцию между каждым слоем с помощью шелковой ленты. При таком расположении стержень был окружен составной спиралью, образованной из длинной проволоки, состоящей из множества витков, вместо одиночной спирали из нескольких витков (рис. 5).

В конструкции Arago и Sturgeon несколько витков проволоки располагались не точно под прямым углом к оси стержня, как это должно быть для получения эффекта, требуемого теорией, а слегка наклонно, и поэтому каждый из них имел тенденцию развивать отдельный магнетизм, не совпадающий с осью стержня. Но при намотке проволоки на саму проволоку наклон нескольких витков компенсировал друг друга, и в результате действие происходило под прямым углом к стержню. Предложенное мною устройство превосходило устройства Араго и Стерджена, во-первых, в большем количестве витков проволоки и, во-вторых, в лучшем применении этих витков для развития магнетизма. Мощность прибора при той же величине гальванического усилия была при таком расположении увеличена в несколько раз.

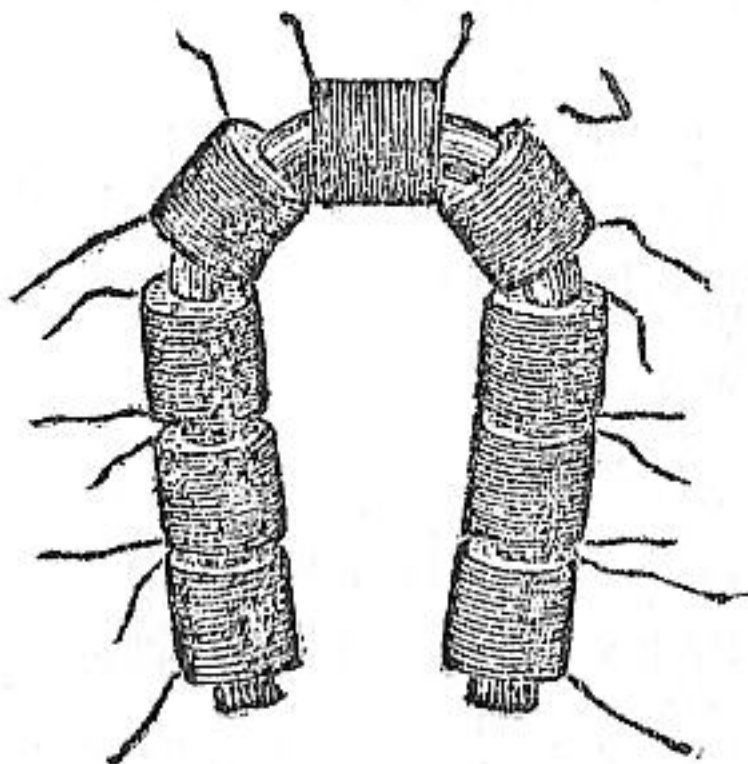


Рис. 6

Однако максимального эффекта при таком расположении и с одним аккумулятором получить пока не удалось. После того, как определенная длина проволоки была намотана на утюг, мощность уменьшалась с дальнейшим увеличением числа витков. Это было связано с повышенным сопротивлением, которое более длинный провод оказывал проводимости электричества. Поэтому напрашивались два метода улучшения. Первый заключался не в увеличении длины катушки, а в использовании нескольких отдельных катушек на одном и том же куске железа. Благодаря такому устройству сопротивление проводимости электричества было уменьшено, и большее его количество стало циркулировать вокруг утюга от той же батареи. Второй способ получения аналогичного результата заключался в увеличении количества элементов батареи, или, другими словами, силы воздействия электричества, что позволяло ему проходить через увеличенное количество витков проволоки и, таким образом, за счет увеличения длины проволоки развивать максимальную мощность утюга.

Для проверки этих принципов в более широком масштабе был сконструирован экспериментальный магнит, который показан на [рис. 6](#). В этом случае несколько составных спиралей были размещены на одном стержне так, чтобы их концы оставались выступающими, и пронумерованы таким образом, чтобы все они могли быть объединены в одну длинную спираль или по-разному объединены в наборы меньшей длины.

В результате серии экспериментов с этим и другими магнитами было доказано, что для получения наибольшего количества магнетизма от батарейки из одной чашки требуется несколько спиралей; но когда используется составная батарейка, тогда необходимо использовать одну длинную проволоку, совершающую много витков вокруг утюга, причем длина проволоки и, следовательно, количество витков должны быть соизмеримы с мощностью заряда батареи.

При описании результатов моих экспериментов термины "*интенсивность*" и "*количество* магнитов" были введены, чтобы избежать околичностей, и предназначались для использования исключительно в техническом смысле. Под магнитом *интенсивности* я обозначил кусок мягкого железа, настолько окруженный проволокой, что его магнитная сила могла быть задействована с помощью *батарей* интенсивности *quantity magnet, a piece of iron so surrounded by a number of separate coils, that its magnetism could be fully developed by a quantity* большого количества.,,

Я был первым, кто указал на эту связь двух типов батареек с двумя формами магнита в своей статье в *Журнале Силлимана*, январь 1831 г., и четко заявил, что когда магнетизм хотели развить с помощью составной батареи, нужно было использовать одну длинную катушку, а когда хотели добиться максимального эффекта от одной батареи, нужно было использовать несколько отдельных жил.

Эти шаги в развитии электромагнетизма, хотя и небольшие, были таковы, что заинтересовали и удивили научный мир. С помощью той же батареи, которую использовал мистер Стерджен, было произведено по меньшей мере в сто раз больше магнетизма, чем могло быть получено в результате его эксперимента. В то время эти разработки считались очень важными с научной точки зрения, и впоследствии они предоставили средства, с помощью которых были открыты магнитоэлектричество, явления диамагнетизма и магнитное воздействие на поляризованный свет. Они дали начало различным формам электромагнитных машин, которые с тех пор проявили изобретательность изобретателей во всех частях света и нашли непосредственное применение при внедрении магнита в телеграфных целях. Ни электромагнит осетра, ни какой-либо другой электромагнит, когда-либо изготовленный до моих исследований, не был применим для передачи энергии на расстояние.

Разработанные мной принципы были должным образом оценены научным складом ума доктора Гейла и применены им для управления машиной мистера Морзе на расстоянии.

До моих исследований способы развития магнетизма в мягком железе были недостаточно поняты. Электромагнит, изготовленный Стердженом и скопированный Даной из Нью-Йорка, представлял собой магнит несовершенного размера, слабая мощность которого вырабатывалась от одной батарейки. Он был совершенно неприменим к длинной цепи с батареей повышенной мощности, и ни один человек, обладающий необходимыми научными знаниями, не попытался бы использовать его в этой связи после прочтения моей статьи.

При отправке сообщения на расстояние используются две цепи, первая - длинная цепь, по которой электричество передается на удаленную станцию для приведения в действие второй, короткий, в котором находится местная батарея и магнит для работы машины. Чтобы придать снаряду силу, достаточную для передачи энергии на расстояние, необходимо использовать аккумулятор повышенной мощности в длинной цепи, и в связи с этим на удаленной станции должен использоваться магнит, окруженный множеством витков одного длинного провода, для приема и умножения эффекта тока, ослабленного при его передаче по длинному проводнику. При локальном или коротком замыкании может использоваться либо магнит силы, либо магнит количества. Если использовать первый, то вместе с ним потребуются составная батарея; и, следовательно, из-за повышенного сопротивления, обусловленного большим количеством кислоты, при данном количестве материала будет выполняться меньший объем работы; и, следовательно, хотя такое устройство практически осуществимо, оно ни в коем случае не

экономично. В моей оригинальной статье я утверждаю, что преимущества большей проводящей способности от использования нескольких проволок в количественном магните могут быть в меньшей степени получены путем замены их одной большой проволокой; но в этом случае из-за большего наклона стержней и других причин магнитный эффект был бы меньшим. В соответствии с этими принципами, принимающий магнит или то, что вводится в длинную цепь, состоит из подковообразного магнита, окруженного многими сотнями витков одного длинного провода, и работает от батареи из двенадцати-двадцати четырех элементов или более, в то время как в локальной цепи обычно используется батарея из одного или двух элементов с гораздо более толстым проводом и меньшим количеством витков.

Беспристрастному читателю, я думаю, будет очевидно, что это были усовершенствования электромагнита, которые впервые сделали его пригодным для передачи механической энергии на расстояние; и если бы я опустил все упоминания о телеграфе в своей статье, добросовестный историк науки воздал бы мне должное, каким бы незначительным ни был достигнутый мной прогресс. Араго и Стерджен в отчетах о своих экспериментах не упоминают телеграф, и все же их имена всегда были и будут связаны с этим изобретением. Я кратко, однако, привлек внимание к факту применимости моих экспериментов к конструкции телеграфа; но, не будучи знакомым с историей попыток, предпринятых в отношении этого изобретения, я назвал его “проектом Барлоу”, в то время как мне следовало бы заявить, что исследования мистера Барлоу просто имели тенденцию опровергать возможность телеграфа.

Я не имел в виду исключительно игольчатый телеграф, когда в своей статье утверждал, что *магнитное* действие тока от желоба, по крайней мере, не уменьшается ощутимо при прохождении по длинному проводу. Это очевидно из того факта, что непосредственный эксперимент, из которого был сделан этот вывод, проводился с помощью электромагнита, а не с помощью игольчатого гальванометра.

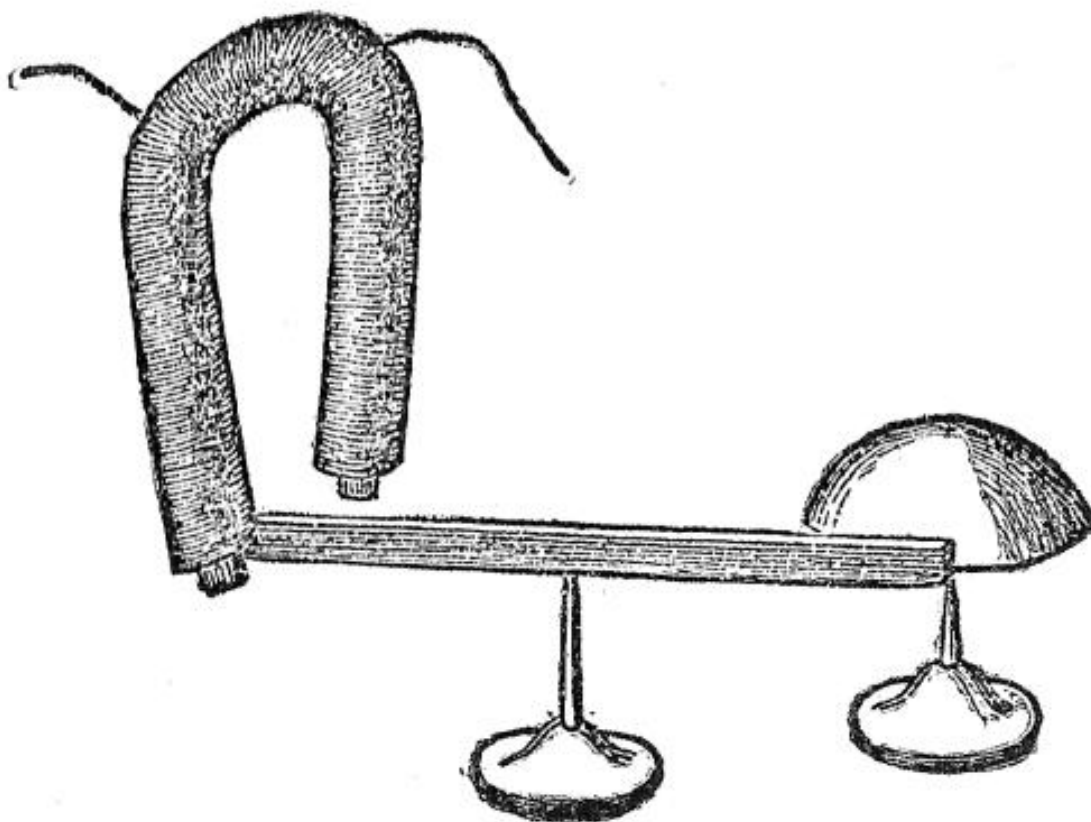


Рис. 7

По завершении серии экспериментов, которые я описал в *Журнале Силлимана*, в моем представлении было два применения электромагнита: первое - создание машины, приводимой в движение с помощью электромагнетизма, а второе - передача энергии на расстояние или приведение ее в действие. Первый был реализован при конструировании машины, описанной в *Журнале Силлимана*, том xx, 1831 г., а с целью экспериментов со вторым я протянул вокруг одной из верхних комнат Академии Олбани проволоку длиной более мили, с помощью которой я мог подавать сигналы, звоня в колокол (рис. 7.). Механическое устройство для приведения в действие этого объекта представляло собой просто стальной стержень, постоянно намагниченный, длиной около десяти дюймов, опирающийся на ось, и помещенный ее концом вниз. северный конец между двумя ветвями подковообразного магнита. Когда последняя возбуждалась током, конец размещенного таким образом стержня притягивался одним плечом подковы и отталкивался другим, и таким образом приводился в движение в горизонтальной плоскости, а его дальнейший конец ударял в колокол, соответствующим образом отрегулированный.

Я также изобрел способ размыкания цепи и, таким образом, падения большого груза. Это должно было проиллюстрировать практическую возможность приведения в действие на расстоянии огромной силы, способной производить механические эффекты; но поскольку описание этого не было напечатано, я не ставлю это в одну категорию с экспериментами, отчет о которых я опубликовал, или фактами, которые можно было бы немедленно вывести из моих статей в *Журнале Силлимана*.

В результате тщательного изучения истории электромагнетизма в его связи с телеграфом могут быть установлены следующие факты:

1. До моих исследований способы проявления магнетизма в мягком железе были недостаточно поняты, и существовавший тогда электромагнит был неприменим для передачи энергии на расстояние.
2. Я был первым, кто доказал реальным экспериментом, что для получения магнитной энергии на расстоянии необходимо использовать гальваническую батарею большой мощности для пропускания тока по длинному проводнику, и что для получения этого тока необходимо использовать магнит, окруженный множеством витков одного длинного провода.
3. Я был первым, кто действительно намагнитил кусок железа на расстоянии и привлек внимание к факту применимости моих экспериментов к телеграфу.
4. Я был первым, кто действительно позвонил в колокол на расстоянии с помощью электромагнита.
5. Разработанные мной принципы были применены доктором Гейлом, чтобы сделать машину Морзе эффективной на расстоянии.

ПЕРВЫЕ АТЛАНТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ

Наверх

Джордж Айлс

[Из книги “Пламя, электричество и камера”, авторские права Doubleday, Page & Co., Нью-Йорк.]

Электрический телеграф на суше значительно отличался от механической сигнализации Шаппе, точно так же, как масштабы и доступность французского изобретения резко контрастируют с грубыми сигнальными огнями первобытных дикарей. Когда первые наземные телеграфы соединили деревню с деревней и город с городом, переправа через воду стала незначительным происшествием; провода легко протягивались по мостам, перекинутым через ручьи умеренной ширины. Там, где река или залив были пересечены, или канал был слишком широк для проезда инженера, возникал вопрос, можем ли мы проложить электрический провод под водой? В случае обычной наземной линии воздух служит настолько хорошим непроводником и изолятором, что, как правило, для провода можно использовать дешевое железо вместо дорогой меди. В поисках непроводников, пригодных для погружения в реки, каналы и море, пришлось столкнуться с серьезными препятствиями. Для их преодоления требовались новые материалы, более совершенные инструменты и полный пересмотр философии электротехники.

Еще в 1795 году Франсиско Сальва рекомендовал Академии наук Барселоны покрыть подводные провода смолой, которая непроницаема для воды и не проводит электричество. Изоляторы, действительно, того или иного вида, были достаточно распространены, но каждый из них имел дефект в каком-то качестве, необходимом для успеха. Ни стекло, ни фарфор не являются гибкими, и поэтому о прокладке непрерывной линии из того или другого не могло быть и речи. Смола и пек были еще более некачественными, поскольку были чрезвычайно хрупкими и рассыпчатыми. Как быть с такими волокнами, как пенька или шелк, если они пропитаны смолой или каким-либо другим хорошим непроводником? На очень коротких расстояниях под

стоячей водой они служили довольно хорошо, но любое столкновение с каменистым пляжем с его натирающим действием, любое трение о проплывающий якорь были для них фатальными. Что требовалось для медной проволоки, так это покрытие, непроницаемое для воды, неизменяемое по составу со временем, жесткое по текстуре и в высшей степени непроводящее. К счастью, все эти свойства объединены в гуттаперче: они не существуют ни в чем другом, известном искусству. Гуттаперча - это затвердевший сок большого дерева (*Isonandra gutta*), распространенного на Малайском архипелаге; оно жесткое и крепкое, легко формуется при умеренном нагревании. По сравнению с медью это всего лишь одна 60,000,000,000,000,000,000-я как проводящая. Поскольку без гуттаперчи не было бы океанской телеграфии, стоит напомнить, как она попала в компетенцию инженера-электрика.

В 1843 году португальский инженер Хосе д'Алмейда представил Королевскому азиатскому обществу в Лондоне первые образцы гуттаперчи, привезенные в Европу. Несколько месяцев спустя доктор У. Монтгомери, хирург, передал другие образцы Лондонскому обществу искусств, которое выставило их; но прошло четыре года, прежде чем была распознана главная особенность жевательной резинки. В 1847 году мистер С. Т. Армстронг из Нью-Йорка во время визита в Лондон исследовал фунт или два гуттаперчи и обнаружил, что она в два раза лучше проводит ток, чем стекло. В следующем году с его помощью был проложен кабель, покрытый этим новым изолятором, между Нью-Йорком и Джерси-Сити; его успех побудил мистера Армстронга предложить проложить аналогично защищенный кабель между Америкой и Европой. Восемнадцать лет неустанных усилий, которым мешали ошибки, неизбежные для первопроходца, стояли между предложением и его реализацией. В 1848 году господа Дж. Компания Siemens проложила под водой в порту Киля проволоку, покрытую бесшовной гуттаперчей, такую, какую начиная с 1847 года они использовали для подземных проводов. Этот конкретный провод не использовался для телеграфии, но являлся частью системы подводных мин. В 1849 году мистер К. В. Уокер проложил экспериментальную линию в Ла-Манше; он доказал возможность подачи сигналов на расстояние двух миль по проволоке, покрытой гуттаперчей, и таким образом подготовил почву для предприятия, которое соединило берега Франции и Англии.

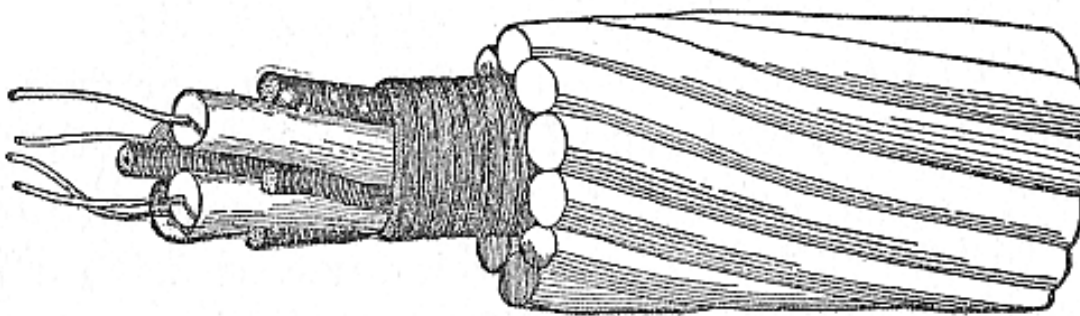


Рис. 58. Кабель

Кале—Дувр, 1851 г.

В 1850 году от Дувра до Кале был проложен кабель длиной двадцать пять миль, но он оказался бесполезным из-за неисправной изоляции и отсутствия брони от волочащихся якорей и разрушающихся камней. В 1851 году эксперимент был успешно повторен. Проводником теперь был не один медный провод, а четыре, намотанные спиралью, чтобы сочетать прочность с

гибкостью; они были покрыты гуттаперчей и окружены просмоленной пенькой. В качестве средства придания дополнительной прочности вокруг пеньки были намотаны десять железных проволок — особенность, которая была скопирована в каждом последующем тросе (рис. 58). Инженеры быстро осваивали суровые условия подводной телеграфии; по своей сути линия Дувр-Кале и сегодня остается одним из видов глубоководных кабелей. Успех прокладки провода через Британский канал побудил к другим начинаниям подобного рода. Многие из них из-за небрежной конструкции или неумелой прокладки закончились полным провалом. Наконец, в 1855 году подводная линия протяженностью 171 миль оказала отличную услугу, поскольку соединила Варну с Константинополем; это была наибольшая длина кабеля до затопления атлантической линии.

В 1854 году Сайрус У. Филд из Нью-Йорка открыл новую главу в электротехническом бизнесе, решив проложить кабель между Ирландией и Ньюфаундлендом по кратчайшей линии, соединяющей Европу с Америкой. Он выбрал Валентию и Что душе угодно, расположенные чуть более чем в 1600 милях друг от друга, в качестве своих терминалов и сразу же начал заручаться сотрудничеством своих друзей. Несмотря на то, что мистер Филд был непоколебимым энтузиастом, когда им однажды овладела великая идея, он был человеком сильного здравого смысла. От начала до конца он опирался на хорошо установленные факты; когда он терпел неудачу, он делал это просто потому, что другие факты, которые он никак не мог знать, должны были быть раскрыты дорогостоящим опытом. Господа. Уайтхаусу и Брайту, электрикам его компании, было поручено начать предварительную серию экспериментов. Они соединили непрерывный отрезок проводов, проложенных под землей и водой на расстоянии 2000 миль, и обнаружили, что по этой необычной схеме они могут передавать до четырех сигналов в секунду. Они пришли к выводу, что атлантический кабель обеспечит лишь немногим большее сопротивление и, следовательно, будет работать с электричеством и коммерчески выгоден.

В 1857 году трос был немедленно изготовлен, разделен пополам и уложен в трюмы "*Ниагары*" ВМС США и "*Агамемнона*" британского флота. "*Ниагара*" отплыла из Ирландии; корабль-побратим проследовал в Ньюфаундленд и должен был встретить ее посреди океана. Когда у "*Ниагары*" закончилось 335 миль троса, он оборвался из-за внезапного увеличения нагрузки на распределительные механизмы; все попытки восстановления оказались безрезультатными, и работы на тот год были прекращены. В следующем году она была возобновлена, поскольку были произведены значительные поставки нового кабеля для замены утерянного участка и на случай любой новой аварийной ситуации, которая могла возникнуть. Был принят новый план плавания: теперь суда плыли вместе до середины моря, соединив там оба участка кабеля; затем одно судно направилось в Ирландию, другое - к побережью Ньюфаундленда. Оба достигли места назначения в один и тот же день, 5 августа 1858 года, и, каким бы слабым и нерегулярным это ни было, электрический импульс впервые передал сообщение от полушария к полушарию. После того, как по проводам прошло 732 депеши, наступила вечная тишина. В одной из таких депеш из Лондона Военное министерство отменило отправку двух полков, которые собирались выехать из Канады в Англию, что позволило сэкономить около 250 000 долларов. Этот широко цитируемый факт красноречиво продемонстрировал ценность кабельной телеграфии.

Затем последовали годы борьбы, которые привели бы в ужас любую менее решительную душу, чем мистер Филд. Разразилась Гражданская война с ее опасностями для Союза, тревогами и волнениями для каждого американского сердца. Но пока линкоры и крейсера патрулировали

побережье от штата Мэн до Флориды, а полки маршировали через Вашингтон по пути на битву, со стороны великого проектора не было ослабления усилий.

Действительно, в недоразумениях, которые возникли в результате войны и которые в свое время угрожали международным конфликтом, он ясно видел, каким миротворцем мог бы стать кейбл. Одно-единственное слово объяснения по проводам, и гневные чувства по обе стороны океана были бы утихомирены во время дела *Трента*. В этом убеждении его подтвердила английская пресса; лондонская "*Таймс*" написала: "Мы чуть не вступили в войну с Америкой, потому что у нас не было телеграфа через Атлантику". В 1859 году британское правительство назначило комитет из выдающихся инженеров для изучения возможности создания атлантического телеграфа, с целью выяснить, чего не хватает для успеха, и с намерением увеличить первоначальную помощь в случае возрождения предприятия. В июле 1863 года этот комитет представил отчет, полностью благоприятный по своим формулировкам, в котором утверждалось, "что кабель с хорошей изоляцией, должным образом защищенный, подходящего удельного веса, изготовленный с особой тщательностью, испытанный под водой на протяжении всего своего продвижения с помощью наиболее известного оборудования и спущенный в океан с помощью самого совершенного оборудования, обладает всеми перспективами не только быть успешно проложенным в первом случае, но и может с достаточной степенью уверенности сохраняться в течение многих лет в эффективном состоянии для передачи сигналов".

Утвердившись в этом одобрении, мистер Филд теперь занялся сбором крупной суммы, необходимой для изготовления и прокладки нового кабеля, который должен быть настолько лучше старых, чтобы с триумфом вознаградить своих владельцев. Он нашел своих английских друзей, готовых вложить необходимый капитал, и без дальнейших проволочек взялся за изготовление нового троса. Во всех деталях рекомендации Научного комитета были выполнены в точности, так что телеграмма 1865 года была несравненно лучше телеграммы 1858 года. Во-первых, центральный медный провод, который был нервом, по которому должна была проходить молния, был почти в три раза больше, чем раньше. Старый проводник представлял собой прядь, состоящую из семи тонких проволок, шесть из которых были уложены вокруг одной, и весил всего 107 фунтов на милю. Новый проводник состоял из того же количества проволок, но весил 300 фунтов на милю. Он был сделан из самой лучшей меди, какую только можно было достать.

Чтобы обеспечить изоляцию, этот проводник сначала был пропитан компаундом Чаттертона, препаратом, непроницаемым для воды, а затем покрыт четырьмя слоями гуттаперчи, на которые попеременно накладывались четыре тонких слоя компаунда Чаттертона. Старый кабель имел всего три слоя гуттаперчи, и между ними ничего не было. Вся его изоляция весила всего 261 фунт на милю, в то время как изоляция нового кабеля весила 400 фунтов.^[1] Наружные провода, числом десять, были из бессемеровской стали, каждый отдельно намотан на пропитанную смолой конопляную пряжу, концы которой были специально защищены тридцатью шестью проволоками, опоясывающими все вместе. Здесь сочеталась прочность стали с большей гибкостью каната. Изоляция меди была настолько превосходной, что в сто раз превосходила изоляцию сердечника образца 1858 года, которого, каким бы неисправным он ни был, тем не менее, было достаточно для передачи сигналов. При разделении задачи прокладки кабеля между двумя судами возникло так много неудобств и риска, что на этот раз было решено зафрахтовать одно судно, *Great Eastern*, которое, к счастью, было достаточно большим, чтобы

разместить кабель непрерывной длины. Залив Фойлхоммерум, расположенный примерно в шести милях от Валентии, был выбран компанией в качестве нового ирландского терминала. Хотя каждая деталь была продумана с величайшей тщательностью, все же, когда было проложено 1186 миль, трос разорвался на глубине 11 000 футов, и хотя трижды за него хватались и поднимали на поверхность, трижды он соскальзывал с абордажных крюков и ускользал на дно океана. Мистер Филд был вынужден вернуться в Англию и встретиться лицом к лицу с людьми, капитал которых лежал на дне моря — возможно, столь же бесполезный, как и атлантический ил. С героической настойчивостью он доказывал, что все трудности отступят перед возобновлением атаки. Необходимо удвоить меры предосторожности и ни на минуту не ослаблять бдительность. Все, чего с тех пор достигла глубоководная телеграфия, было в тот момент предельно ясно его пророческому взгляду. Никогда еще не было более яркого примера силы энтузиазма, способного взбудоражить хладнокровных деловых людей; никогда еще не было более поразительной иллюстрации того, насколько успех науки может зависеть от интеллекта и смелости капитала. Электрики могли бы продолжать совершенствовать изысканную аппаратуру для океанской телеграфии или указывать на слабые места в сравнительно грубых механизмах, с помощью которых изготавливался и прокладывался кабель, однако их усилия были бы напрасны, если бы богатые люди не откликнулись на повторный призыв мистера Филда о помощи. Трижды эти люди вкладывали значительные средства, и трижды катастрофа преследовала их предприятия; тем не менее они верили, что переживут все невзгоды для четвертой попытки.

В 1866 году была организована новая компания для двух целей: во-первых, восстановить кабель, утерянный в прошлом году, и довести его до американского берега; во-вторых, проложить рядом с ним другой кабель параллельным курсом. "*Грейт Истерн*" был снова введен в эксплуатацию и реконструирован в соответствии с опытом ее предыдущего плавания. На этот раз внешние провода кабеля были изготовлены из оцинкованного железа, чтобы лучше противостоять коррозии. Было реконструировано и значительно усовершенствовано оборудование для выдачи денег. 13 июля 1866 года у огромного парохода начал заканчиваться кабель в двадцати пяти милях к северу от линии, оборванной во время экспедиции 1865 года; 27 июля он благополучно прибыл в Ньюфаундленд, и между Америкой и Европой была восстановлена электрическая связь. и Европа. Теперь пароход вернулся к тому месту, где несколько месяцев назад потерял трос; после восемнадцатидневных поисков он был доставлен на палубу в полном порядке. Соединение было произведено с помощью кабеля, уложенного в нижние резервуары, и нос судна снова был повернут к Ньюфаундленду. 8 сентября этот второй кабель был благополучно выгружен в бухте Тринити. Теперь несчастьям пришел конец; мужество мистера Филда наконец-то одержало победу; на него посыпались высочайшие почести двух континентов.

Воздаст не виноград Ханаана,
а высокая вера, которая не случайно потерпела неудачу.

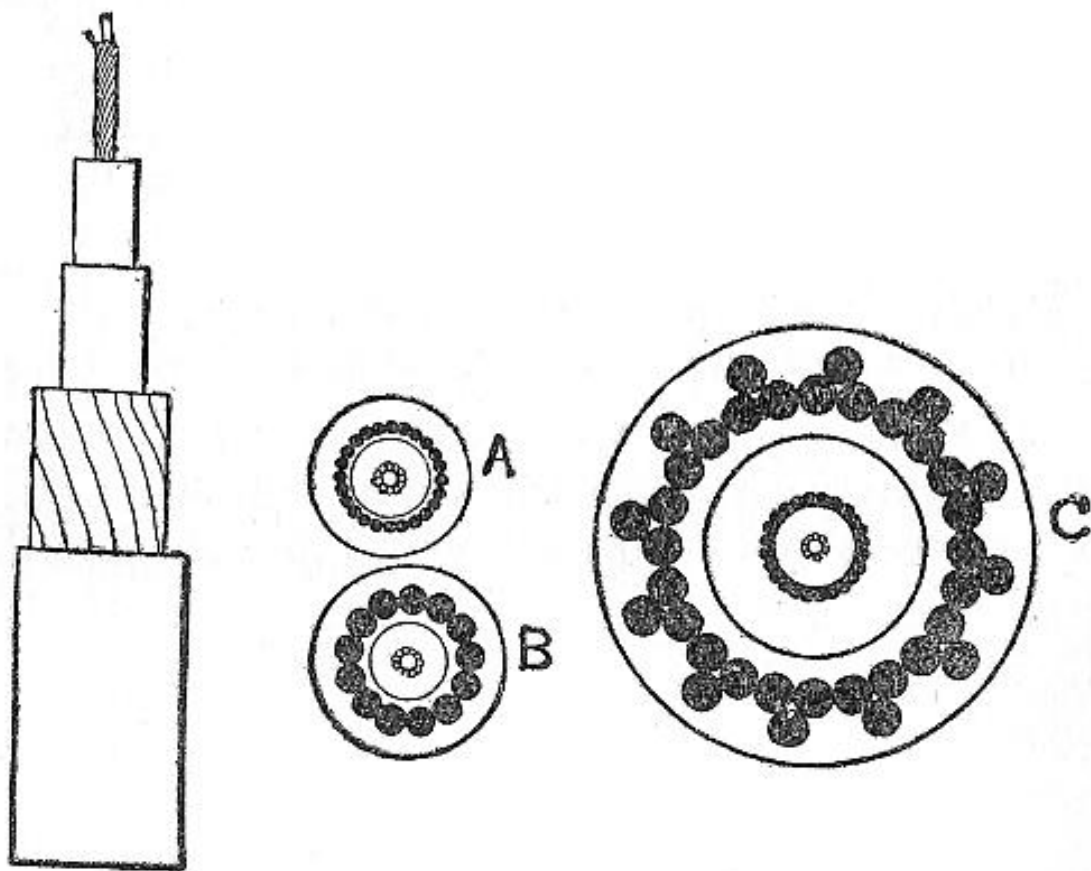


Рис. 59.

Коммерческий кабель, 1894 г.

То, что поначалу было не столько коммерческим предприятием, сколько дерзким приключением, теперь заняло свое место как задача не более из ряда вон выходящая, чем строительство парохода или возведение консольного моста. Учитывая его цену, которая будет включать слишком умеренную прибыль, чтобы оправдать любые ожидания неудачи, ответственная фирма заключит контракт на прокладку кабеля через сам Тихий океан. В атлантических линиях равномерно низкая температура океанского дна (около 4°C) и большое давление перекрывающего моря способствуют значительному улучшению как изоляции, так и несущей способности провода. В качестве примера недавних работ в области океанской телеграфии давайте взглянем на кабель, проложенный в 1894 году Коммерческой кабельной компанией Нью-Йорка. Он соединяет мыс Кансо на северо-восточном побережье Новой Шотландии с Уотервиллом на юго-западном побережье Ирландии. Центральная часть этого кабеля во многом напоминает конструкцию его предшественника 1866 года выпуска. Его внешняя броня из стальных проволок намного сложнее. Первая часть [рис. 59](#) показывает детали изготовления: центральный медный сердечник покрывается гуттаперчей, затем джутом, на который спирально наматываются стальные проволоки, после чего наносится прочное внешнее покрытие. Для наибольших глубин в море используется тип А общей протяженностью 1420 миль; диаметр этой части кабеля составляет семь восьмых дюйма. По мере того как глубина воды уменьшается, оболочка увеличивается в размерах до тех пор, пока диаметр кабеля не достигнет одного и одной шестнадцатой дюйма на 152 мили, как у кабеля типа В. Теперь кабель удлиняют в третий раз, а затем демонстрируют его четвертую и последнюю протяженность по мере того, как он касается берега на расстоянии в одну и три четверти мили,

где тип С имеет диаметр два с половиной дюйма. Вес материалов, используемых в этом кабеле, составляет: медная проволока - 495 тонн; гуттаперча - 315 тонн; джутовая пряжа - 575 тонн; стальная проволока - 3000 тонн; компаунд и смола - 1075 тонн; всего - 5460 тонн. Телеграфный корабль *Фарадей*, специально сконструированный для прокладки кабеля, выполнил эту работу без сбоев.

Наука об электротехнике многим обязана атлантическим кабелям, в особенности первому из них. С самого начала она отвергла идею о том, что электричество, проходя по металлическим проводникам, имеет скорость, подобную его скорости в свободном пространстве. Вскоре было обнаружено, как говорит профессор Менденхолл, “что приписывать определенную скорость электричеству не более правильно, чем реке. Как скорость течения реки определяется характером ее русла, уклоном и другими обстоятельствами, так и скорость электрического тока, как оказалось, зависит от условий, при которых протекает течение”. [2] Замедляющий эффект оригинального кабеля Atlantic в двадцать раз превышал эффект хорошей воздушной линии; лучшие современные кабели уменьшают этот показатель почти вдвое.

В крайней форме это замедление напоминает нам о препятствии свету при его входе в атмосферу Земли, о дальнейшем препятствии, с которым сталкиваются лучи, если они проходят из воздуха в море. В основном, причин, препятствующих передаче импульса по кабелю, две: индукция и электростатическая емкость провода, то есть способность провода воспринимать собственный заряд, как если бы это был металл лейденской банки.

Давайте сначала рассмотрим индукцию. Когда ток проходит через медный сердечник, он индуцирует в окружающей среде второй, противоположный ток. Для этого средство слишком дорогостоящее, чтобы его можно было применять. Если бы кабель был выполнен в виде двойной линии, как в лучших телефонных схемах, индукция с ее замедляющими и гасящими эффектами была бы нейтрализована. Здесь нежелательную роль играет броня из стальной проволоки, окружающая кабель. Индукция всегда пропорциональна электропроводности массы, в которой она проявляется; поскольку сталь является превосходным проводником, броня морского кабеля, как бы близко она ни находилась к медной жиле, индуцирует в ней ток гораздо более сильный и, следовательно, более замедляющий, чем если бы стальная проволока отсутствовала.

Теперь несколько слов о второй трудности при работе под водой - она связана с поглощающей способностью самой лески. Атлантический кабель, как и любой другой протяженный проводник, представляет собой фактически длинную цилиндрическую лейденскую банку, внутреннюю оболочку которой образует медная проволока, а окружающую ее внешнюю оболочку. Прежде чем сигнал может быть принят на удаленном терминале, провод должен быть сначала заряжен. Этот эффект чем-то напоминает передачу сигнала через воду, заполняющую резиновую трубку; прежде всего, трубка растягивается, и ее сжатие, или вторичный эффект, действительно передает импульс. Средством для решения этой проблемы является конденсатор, сформированный из чередующихся листов оловянной фольги и слюды, С, соединенный с батареей, В, чтобы сбалансировать электрический заряд провода кабеля (рис. 60). На первой атлантической линии импульсу потребовалась одна седьмая секунды на его прохождение. Это было уменьшено, когда мистер Уайтхаус сделал потрясающее открытие, что скорость передачи сигнала увеличивается в три раза, когда провод поочередно соединен с цинковым и медным полюсами батареи. Сэр Уильям Томсон установил, что эти

последовательные импульсы наиболее эффективны, когда имеют пропорциональную длину. Соответственно, он изобрел автоматический передатчик, который подводит должным образом перфорированный лист бумаги под металлическую пружину, соединенную с кабелем. Сегодня в минуту отправляется от 250 до 300 писем вместо пятнадцати, как вначале.

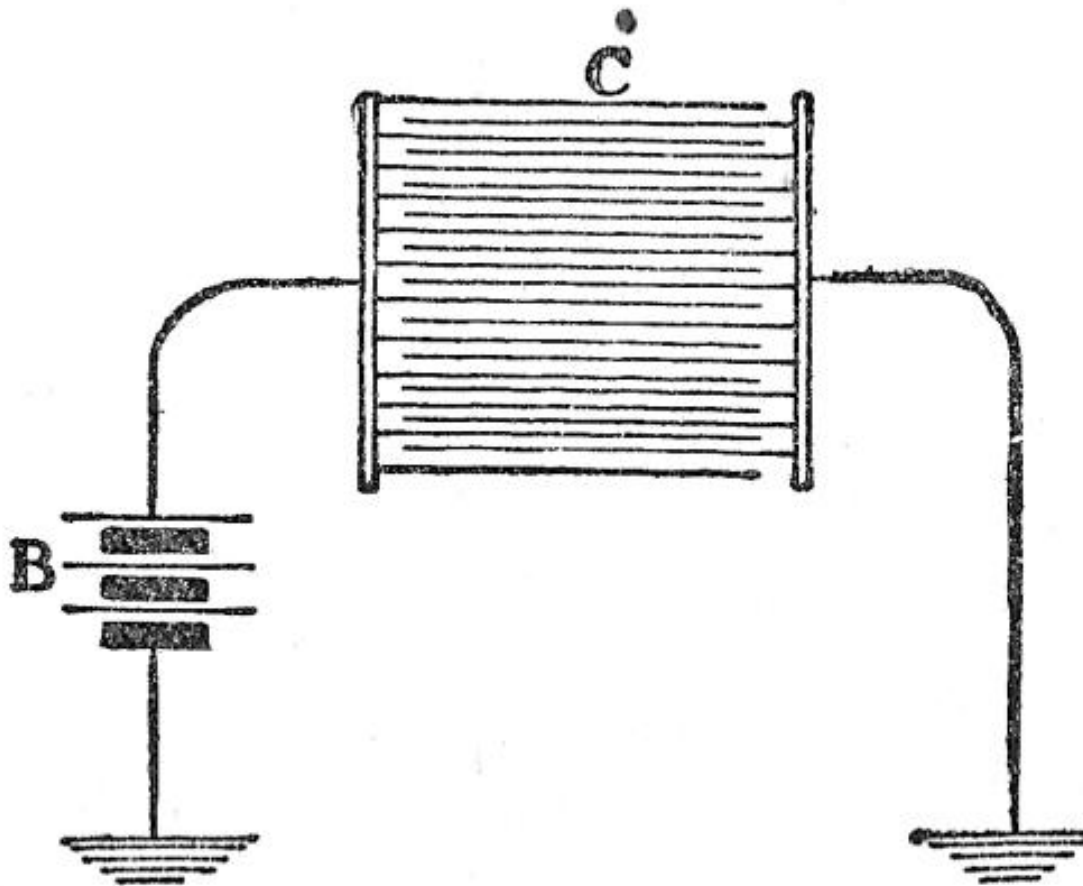


Рис. 60—

Конденсатор

Во многих отношениях глубоководный кабель поучительным образом преувеличивает феномен телеграфии по длинным воздушным линиям. Два конца кабеля могут находиться в областях с сильно различающимся электрическим потенциалом или давлением, точно так же, как показания барометра в этих двух местах могут сильно отличаться. Если бы медному проводу было позволено использовать себя в качестве проводника без ворот, он уравнивал бы эти колебания потенциала, нанеся себе серьезный вред. Соответственно, принято правило прокладывать кабель не напрямую, как если бы это была наземная линия, а косвенно, через конденсаторы. Поскольку пульсация, передаваемая через такое устройство, является кратковременной, кабелю не угрожают сильные токи, которые прошли бы через него, если бы это был открытый канал.

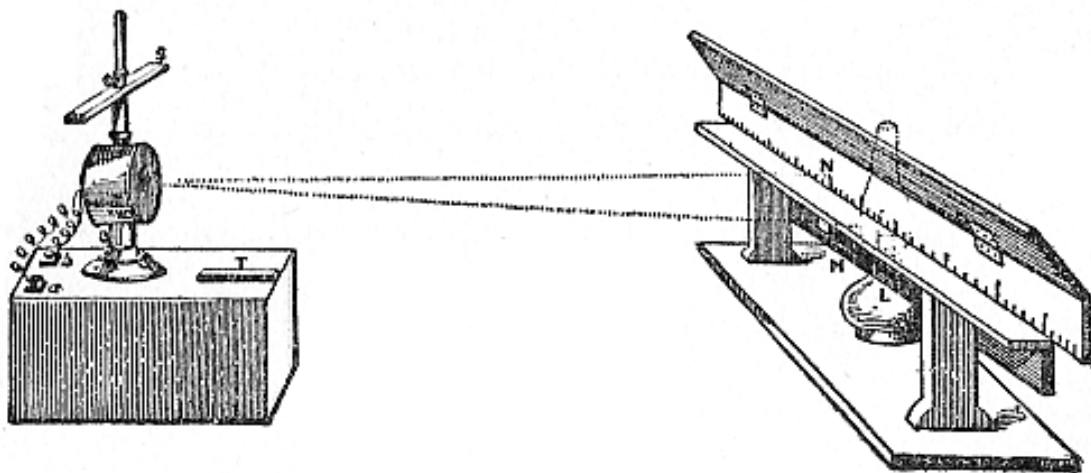


Рис.

61. Отражающий гальванометр

L, лампа; N, движущееся пятно света, отраженное от зеркала

Серьезная ошибка при эксплуатации первых кабелей заключалась в предположении, что для них требовались сильные токи, как для наземных линий значительной протяженности. Факт прямо противоположный. Мистер Чарльз Брайт в *"Подводных телеграфах"* говорит:

“Мистер Латимер Кларк соединил проводника линий 1865 и 1866 годов на Ньюфаундлендском конце, образовав таким образом непрерывный контур протяженностью 3700 миль. Затем он поместил немного серной кислоты в очень маленький серебряный наперсток с кусочком цинка весом в одну-две гранки. С помощью этого примитивного средства ему удалось передавать сигналы через вдвое большую ширину Атлантического океана чуть более чем за секунду после установления контакта. Отклонения были не сомнительного характера, а полными и сильными, из чего было видно, что даже меньшей батареи было бы достаточно, чтобы произвести несколько аналогичные эффекты”.

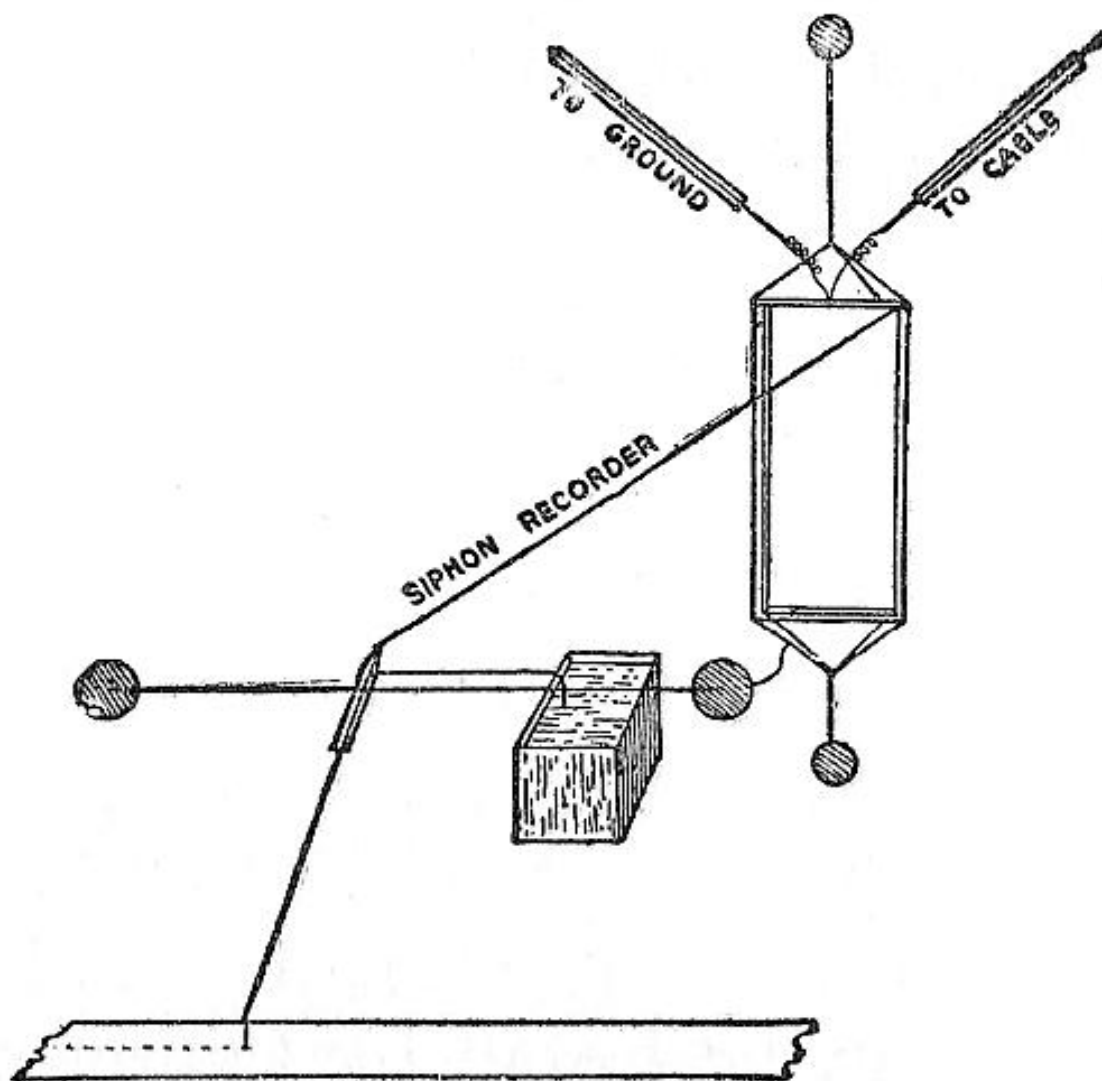


Рис.

62. Регистратор сифонов

Сначала при эксплуатации атлантического кабеля в качестве приемника использовался зеркальный гальванометр. Принцип действия этого приемника часто иллюстрировался озорным мальчиком, который легким и почти незаметным движением руки использовал кусочек зеркала, чтобы направить луч отраженного солнечного света через широкую улицу или большую комнату. На том же плане чрезвычайно мелкое движение гальванометра, когда он принимает последовательные пульсации сообщения, усиливается невесомым световым рычагом, так что слова легко читаются оператором (рис. 61). Это прекрасное изобретение принадлежит сэру Уильяму Томсону [ныне лорду Кельвину], который больше, чем кто-либо другой из электриков, добился успеха в океанской телеграфии.

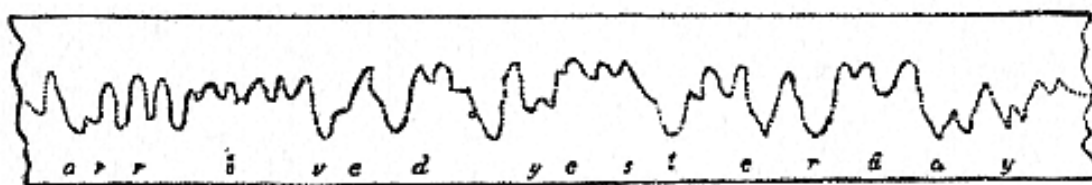


Рис. 63.—Запись

сифона. “Прибыл вчера”

В другом приемнике, также его конструкции, сифонном регистраторе, он начал с использования факта, задолго до этого замеченного Бозе, что электрический разряд стимулирует течение жидкости. В своем первоначальном виде чернильница, в которую опускался сифон, была изолирована и заряжалась до высокого напряжения с помощью устройства воздействия; чернила, сильно отталкиваясь, выбрасывались из наконечника сифона на движущуюся полоску бумаги под ним (рис. 62). Впоследствии было обнаружено, что лучше использовать деликатный механический встряхиватель, который выбрасывает чернила мельчайшими каплями, когда ток в кабеле мягко раскачивает сифон взад и вперед (рис. 63).

Поскольку ток достаточен для телеграфирования по кабелю, важно, чтобы металлическая цепь была не только неразрывной, но и неповрежденной на всем протяжении. Ни одна часть его служебных обязанностей не отнимала у электрика больше ресурсов, чем обнаружение разрывов и утечек в его океанских кабелях. Один из его методов заключается в том, чтобы как бы налить электричество в оборванный провод, как если бы это была узкая трубка, и оценить длину провода (и, следовательно, расстояние от берега до дефекта или обрыва) по количеству тока, необходимого для его заполнения.

СНОСКИ:

[1] Генри М. Филд, “История Атлантического телеграфа”. Нью-Йорк: Скрибнер, 1866.

[2] “Век электричества”. Бостон, Houghton, Mifflin & Co., 1887.

ТЕЛЕФОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЛЛА

Наверх

[Из книги “Электрические говорящие телефоны Белла” Джорджа Б. Прескотта, авторское право Д. Эпплтона и компании, Нью-Йорк, 1884 г.]

В лекции, прочитанной перед Обществом инженеров-телеграфистов в Лондоне 31 октября 1877 года, профессор А. Г. Белл рассказал историю своих исследований в области телефонии, а также об экспериментах, которые ему пришлось провести в своих попытках создать практическую систему множественной телеграфии, а также реализовать передачу членораздельной речи. После обычного вступления профессор Белл, в частности, сказал:

Сегодня вечером я с удовольствием, а также по долгу службы, сообщаю вам о телефонных исследованиях, которыми я так долго занимался. Много лет назад мое внимание привлек к

механизму речи мой отец, Александр Мелвилл Белл из Эдинбурга, который всю жизнь изучал этот предмет. Многие из присутствующих, возможно, помнят изобретение моим отцом средства удивительно точного отображения положения голосовых органов при формировании звуков. Вместе мы провели довольно много экспериментов, стремясь обнаружить правильный механизм взаимодействия английского языка и иностранных элементов речи, и мне особенно запомнилось исследование, в котором мы участвовали, касающееся музыкальных отношений гласных звуков. Когда вокальные звуки произносятся шепотом, кажется, что каждая гласная обладает своей особой высотой звука, и при последовательном произнесении определенных гласных можно отчетливо уловить музыкальную гамму. Нашей целью было определить естественную высоту каждой гласной; но возникли неожиданные трудности, поскольку многие гласные, по—видимому, имели двойную высоту звука - одна, вероятно, из-за резонанса воздуха во рту, а другая - из-за резонанса воздуха, содержащегося в полости за языком, охватывающей глотку и гортань.

Я придумал способ определения высоты звука, который в то время казался мне оригинальным по отношению к самому себе. Он состоял в том, что камертон вибрировал перед ртом, в то время как голосовые органы беззвучно меняли положение для различных гласных. Было обнаружено, что каждая позиция гласной вызывала усиление какой-то определенной вилок или развилки.

Я написал отчет об этих исследованиях мистеру Алексу Дж. Эллису из Лондона. В ответ он сообщил мне, что описанные эксперименты уже были проведены Гельмгольцем, причем гораздо более совершенным образом, чем это делал я. Действительно, он сказал, что Гельмгольц не только проанализировал гласные звуки на составляющие их музыкальные элементы, но и фактически осуществил их синтез.

Ему удалось искусственно воспроизвести некоторые гласные звуки, заставив камертоны вилок разной высоты вибрировать одновременно с помощью электрического тока. Мистер Эллис был достаточно любезен, чтобы дать мне интервью с целью объяснить устройство, использованное Гельмгольцем для получения этих экстраординарных эффектов, и я провел с ним большую часть восхитительного дня, исследуя предмет. В то время, однако, я был слишком слабо знаком с законами электричества, чтобы полностью понять приведенные объяснения; но беседа пробудила во мне интерес к предметам звука и электричества, и я не успокоился, пока не получил в свое распоряжение экземпляр великой работы Гельмгольца "Теория тона" и не попытался, правда, в грубой и несовершенной форме, воспроизвести его результаты. Размышляя о возможностях создания звука электрическими средствами, мне пришло в голову, что принцип вибрации камертона за счет периодического притяжения электромагнита может быть применен к электрическому производству музыки.

Я представил себе серию камертонов разной высоты, устроенных так, чтобы автоматически вибрировать способом, показанным Гельмгольцем, — каждая вилка при каждой вибрации пропускает электрический ток, — и мне пришла в голову мысль, почему нажатие клавиши, подобной клавише пианино, не должно направлять прерывающийся ток от любой из этих вилок по телеграфному проводу к ряду электромагнитов, управляющих струнами пианино или другого музыкального инструмента, в этом случае человек мог бы играть на камертоне в одном месте, а музыка была бы слышна с электромагнитного пианино в другом месте. далекий город.

Чем больше я размышлял над этим устройством, тем более осуществимым оно мне казалось; на самом деле, я не видел причин, по которым за нажатием ряда клавиш на конце камертона схемы не могло бы последовать звуковое воспроизведение полного аккорда фортепиано в далеком городе, когда каждый камертон воздействует на принимающем конце на ту струну фортепиано, с которой он был в унисоне. В то время интерес, который я испытывал к электричеству, побудил меня изучить различные телеграфные системы, используемые в этой стране и в Америке. Я был очень поражен простотой азбуки Морзе и тем фактом, что ее можно было прочесть по звуку. Вместо того чтобы записывать точки и тире на бумаге, операторы привыкли следить за продолжительностью щелчков приборов и таким образом могли различать на слух различные сигналы.

Мне пришло в голову, что аналогичным образом длительность музыкальной ноты может быть преобразована в точку или тире телеграфного кода, так что человек может нажимать на одну из клавиш камертонного пианино, упомянутого выше, а находящийся там оператор может наблюдать продолжительность звука, исходящего от соответствующей струны удаленного пианино. Мне показалось, что таким образом несколько различных телеграфных сообщений могут быть отправлены одновременно с камертона пианино на другой конец схемы операторами, каждый из которых манипулирует разными клавишами инструмента. Эти сообщения будут считываться операторами, расположенными у удаленного пианино, при этом каждый принимающий оператор будет прослушивать сигналы определенной высоты и игнорировать все остальные. Таким способом могла быть осуществлена одновременная передача нескольких телеграфных сообщений по одному проводу, количество которых ограничивалось только тонкостью слуха слушателя. Идея увеличить пропускную способность телеграфного провода таким образом полностью завладела моим умом, и именно эту практическую цель я имел в виду, когда начинал свои исследования в области электрической телефонии.

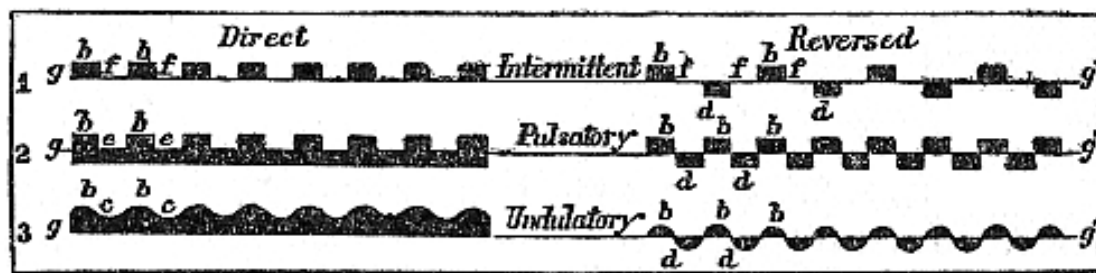


Рис. 1

В процессе развития науки повсеместно обнаруживается, что сложность ведет к простоте, и при изложении истории научных исследований часто рекомендуется начинать с конца.

Оглядываясь назад на мои собственные исследования, я нахожу необходимым обозначить различными названиями различные электрические токи, посредством которых могут быть произведены звуки, и я обращаю ваше внимание на несколько различных видов того, что может быть названо телефонными электрическими токами. Чтобы можно было ясно понять особенности этих течений, я спроецирую на экран графическую иллюстрацию различных разновидностей.

Графический метод представления электрических токов, показанный на [рис. 1](#), является лучшим средством, которое я смог изобрести для точного изучения эффектов, производимых различными типами телефонных аппаратов, и он привел меня к концепции того особого вида телефонного тока, который здесь обозначается как *волновой*, который сделал возможным искусственное воспроизведение членораздельной речи электрическими средствами.

Горизонтальная линия ($g\ g$) принимается за ноль тока, а импульсы положительного электричества представлены выше нулевой линии, а отрицательные импульсы ниже нее, или *наоборот*.

Вертикальная толщина любого электрического импульса (b или d), измеренная от нулевой линии, указывает на интенсивность электрического тока в наблюдаемой точке; а горизонтальное продолжение электрической линии (b или d) указывает на продолжительность импульса.

Можно выделить девять разновидностей телефонных токов, но необходимо будет показать вам только шесть из них. Три основные разновидности, обозначенные как прерывистые, пульсирующие и волнообразные, представлены в строках 1, 2 и 3.

Их подвиды можно разделить на прямые или обратные токи, в зависимости от того, все электрические импульсы одного вида или поочередно положительные и отрицательные. Постоянные токи могут быть также разделены на положительные или отрицательные в зависимости от того, какого рода импульсы.

Прерывистый ток характеризуется попеременным присутствием и отсутствием электричества в цепи.

Пульсирующий ток возникает в результате внезапных или мгновенных изменений интенсивности непрерывного тока; и

Волновой ток — это электрический ток, интенсивность которого изменяется пропорционально скорости движения частицы воздуха во время создания звука: таким образом, кривая, графически представляющая волновой ток для простой музыкальной ноты, является кривой, выражающей простую маятниковую вибрацию, то есть синусоидальной кривой.

И здесь я могу заметить, что, хотя концепция волнообразного электрического тока полностью принадлежит мне, методы создания звука с помощью прерывистых и пульсирующих токов известны давно. Например, уже давно было обнаружено, что электромагнит издает определенный звук, когда его внезапно намагничивают или размагничивают. Когда цепь, на которую он помещен, быстро замыкается и разрывается, от магнита исходит череда взрывных звуков. Эти звуки производят на слух эффект музыкальной ноты, когда ток прерывается достаточное количество раз в секунду

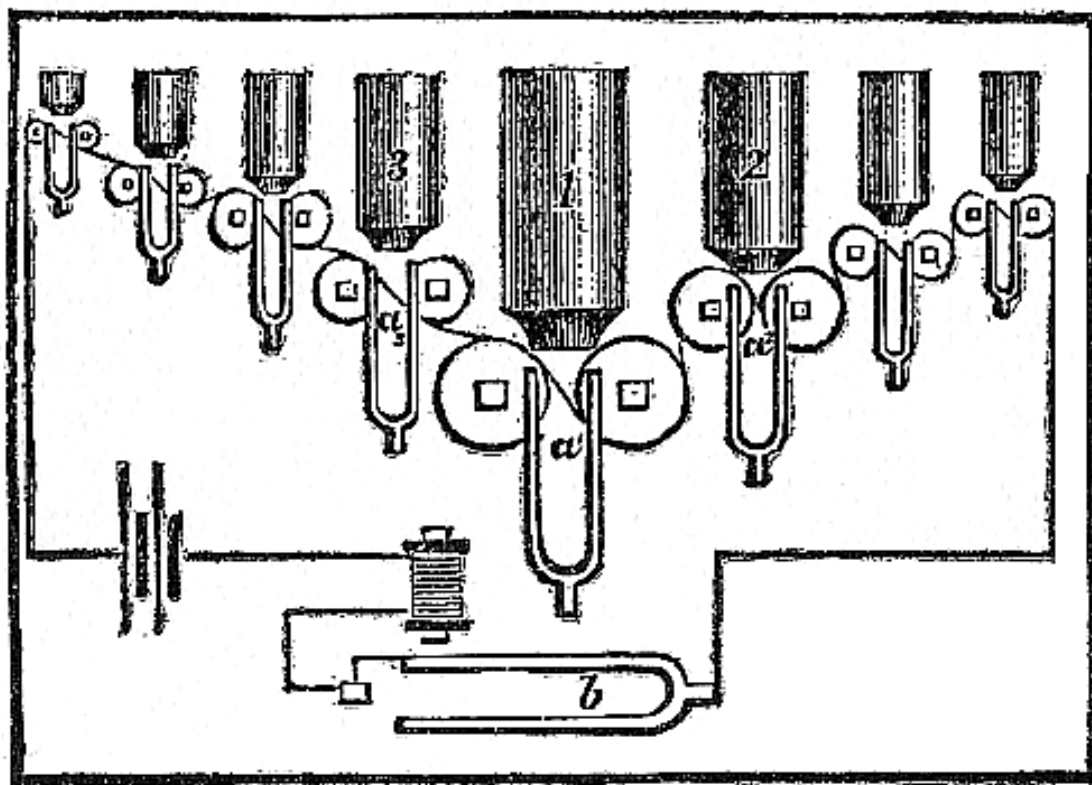


Рис. 2

В течение нескольких лет мое внимание было почти исключительно направлено на производство инструмента для чрезвычайно быстрого замыкания электрической цепи, который должен был заменить передающий камертон, используемый в исследованиях Гельмгольца. Не вдаваясь в подробности, я просто скажу, что большие недостатки этого плана множественной телеграфии, как было обнаружено, заключались, во-первых, в том факте, что принимающие операторы должны были обладать хорошим музыкальным слухом, чтобы различать сигналы; и, во-вторых, что сигналы могли проходить по линии только в одном направлении (так что для полноценной связи в обоих направлениях потребовалось бы два провода). Первое возражение было устранено за счет использования устройства, которое я называю “вибрационным выключателем”, с помощью которого музыкальные сигналы могут записываться автоматически

Ранее я заявлял, что Гельмгольцу удалось искусственно воспроизводить гласные звуки, комбинируя музыкальные тона разной высоты и интенсивности. Его аппарат показан на [рис. 2](#). Камертоны разной высоты помещаются между полюсами электромагнитов (a_1 , a_2 и т.д.) и находятся в состоянии непрерывной вибрации под действием прерывистого тока от вилки b . Резонаторы 1, 2, 3 и т.д. расположены так, чтобы усиливать звуки в большей или меньшей степени, в зависимости от того, увеличены или сужены внешние отверстия.

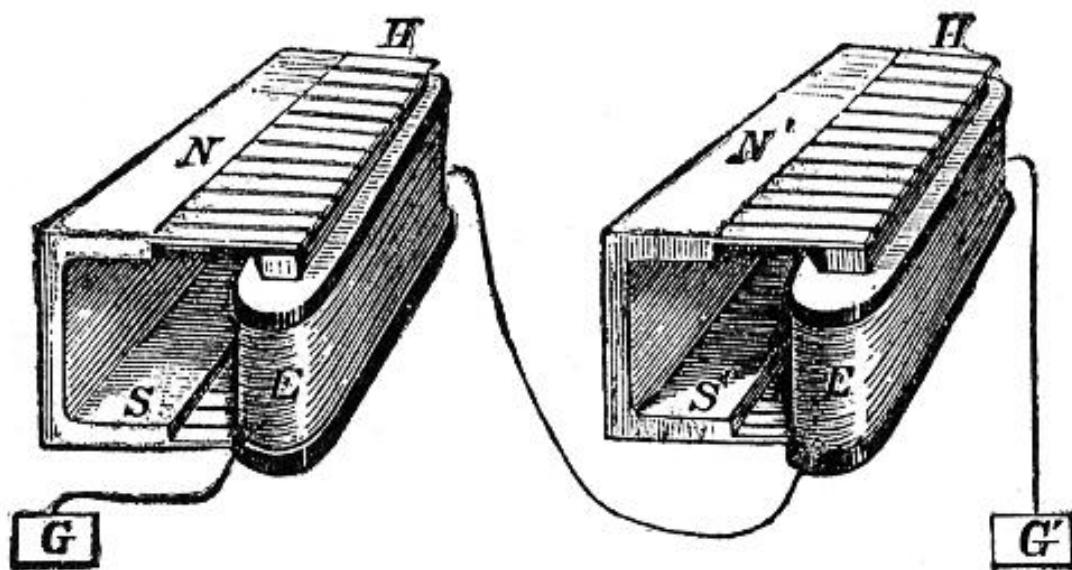


Рис. 3

Таким образом, будет видно, что по плану Гельмгольца камертоны сами по себе производят звуки одинаковой интенсивности, громкость которых изменяется с помощью внешнего усиления; но мне пришло в голову, что те же результаты можно было бы получить гораздо более совершенным образом, заставляя сами камертоны вибрировать с разной степенью амплитуды. Поэтому я изобрел устройство, показанное на [рис. 3](#), которое было моей первой формой артикулирующего телефона. На этом рисунке используется арфа из стальных стержней, прикрепленная к полюсам постоянного магнита, N. S. Когда какой-либо из стержней приводится в колебание, в катушках электромагнита E возникает волновой ток, и электромагнит E притягивает стержни арфы H с различной силой, приводя в вибрацию тот стержень, который вибрирует в унисон с тем, который вибрирует на другом конце цепи. Не только это, но и амплитуда вибрации в одном из них будет определять амплитуду вибрации в другом, поскольку интенсивность индуцируемого тока определяется амплитудой вызывающей вибрации, а амплитуда вибрации на приемном конце зависит от интенсивности притягивающих импульсов. Когда мы поем под рояль, определенные струны инструмента под действием голоса начинают сочувственно вибрировать с разной степенью амплитуды, и из рояля получается звук, который является приближением к произносимой гласной. Теория показывает, что, если бы на пианино было гораздо большее количество струн на октаву, гласные звуки воспроизводились бы идеально. Мое представление о действии устройства, показанного на [рис. 3](#), было таким: издайте звук поблизости от арфы H, и определенные стержни будут вибрировать с разной амплитудой. На другом конце цепи соответствующие стержни арфы H будут вибрировать с соответствующими соотношениями сил, и будет воспроизведен *тембр* [характерное качество] звука. Затраты на создание такого устройства, как показано на [рисунке 3](#), удержали меня от попытки, и я попытался упростить устройство, прежде чем решиться на его изготовление.

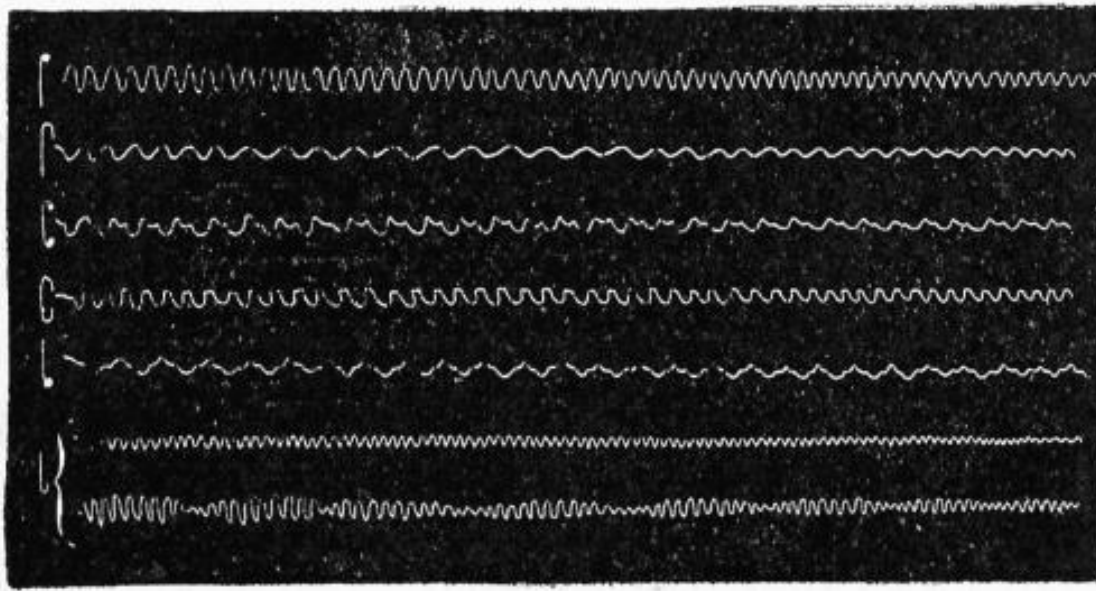


Рис. 4

Я уже упоминал об изобретении моим отцом системы физиологических символов для обозначения работы голосовых органов, и Бостонский совет по образованию пригласил меня провести серию экспериментов с этой системой в бостонской школе для глухонемых. Хорошо известно, что глухонемые немые просто потому, что они глухие, и что в их голосовых органах нет дефекта, который лишил бы их возможности произносить слова. Поэтому считалось, что система изобразительных символов моего отца, широко известная как видимая речь, могла бы оказаться средством, с помощью которого мы могли бы научить глухонемых пользоваться своими голосовыми органами и говорить. Большой успех этих экспериментов убедил меня в целесообразности разработки метода оптического отображения звуковых колебаний для использования в обучении глухонемых. Некоторое время я проводил эксперименты с манометрической капсулой Кенига и с фоноавтографом Леона Скотта. Научная аппаратура Технологического института в Бостоне была свободно предоставлена в мое распоряжение для проведения этих экспериментов, и случилось так, что в то время студент Технологического института мистер Мори изобрел усовершенствование фоноавтографа. Ему удалось заставить вибрировать голосом деревянный стилус длиной около фута, который был прикреплен к мембране фоноавтографа, и таким образом он смог получить увеличенные рисунки на плоской поверхности дымчатого стекла. С помощью этого аппарата мне удалось воспроизвести очень красивые линии колебаний воздуха для гласных звуков. Некоторые из этих линий показаны на [рис. 4](#). Я был очень поражен этой усовершенствованной формой аппарата, и мне пришло в голову, что существует замечательное сходство между тем, как этот кусок дерева вибрирует мембрана фоноавтографа, и тем, как *оссиклула* [маленькие косточки] человеческого уха приводятся в движение барабанной перепонкой. Поэтому я решил сконструировать фоноавтограф, еще более похожий на механизм человеческого уха, и с этой целью обратился за помощью к выдающемуся ауристу из Бостона, доктору Кларенсу Дж. Блейку.

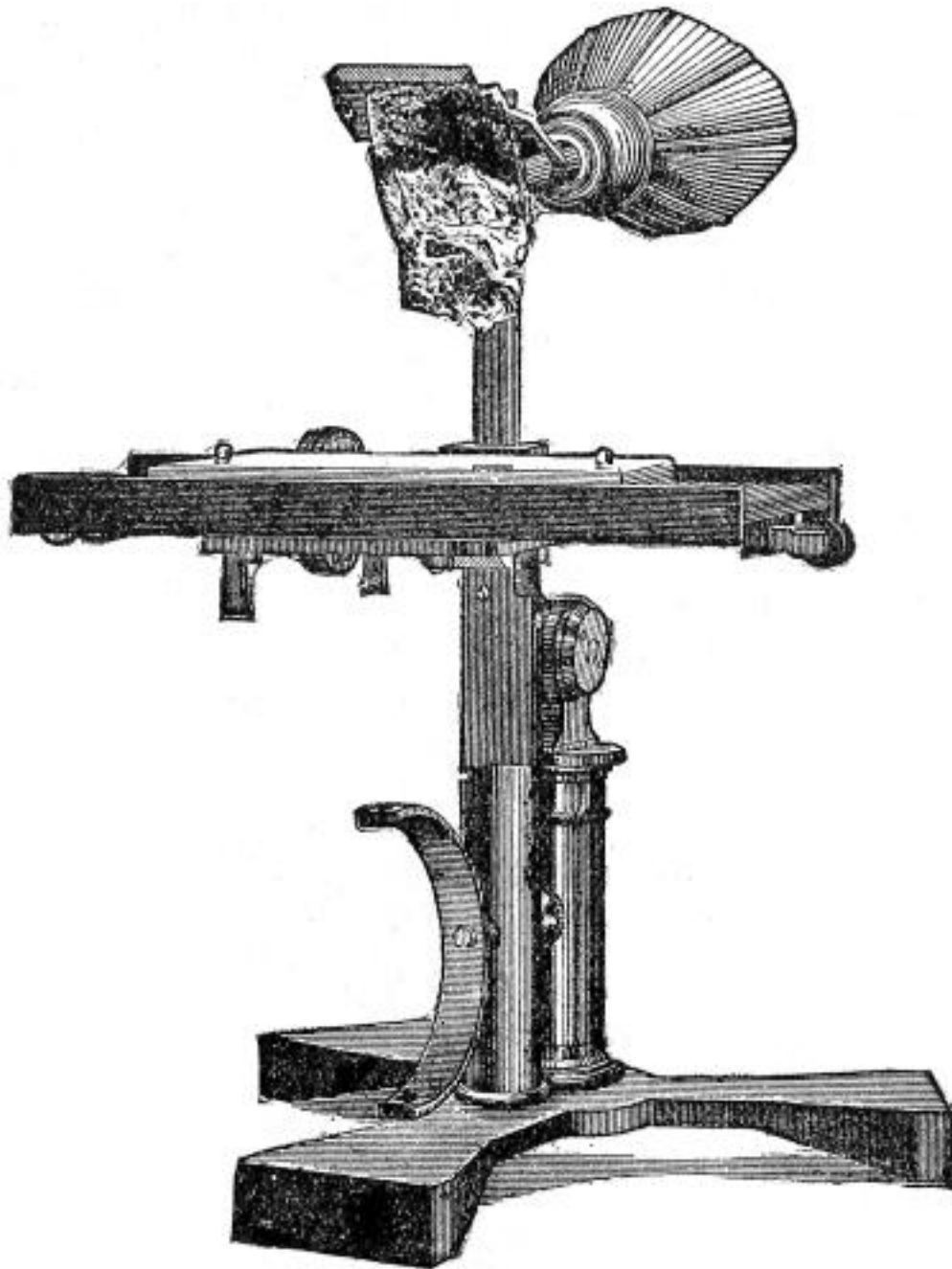


Рис. 5

Он предложил использовать само человеческое ухо в качестве фоноавтографа, вместо того чтобы делать его искусственную имитацию. Идея была новой и соответственно поразила меня, и я попросил своего друга подготовить для меня образец, что он и сделал. Аппарат в окончательном виде показан на [рис. 5](#). *Стремя* [самая внутренняя из трех слуховых косточек] было удалено, и к концу наковальни [средней из трех слуховых косточек] был прикреплен заостренный кусочек сена длиной около дюйма.

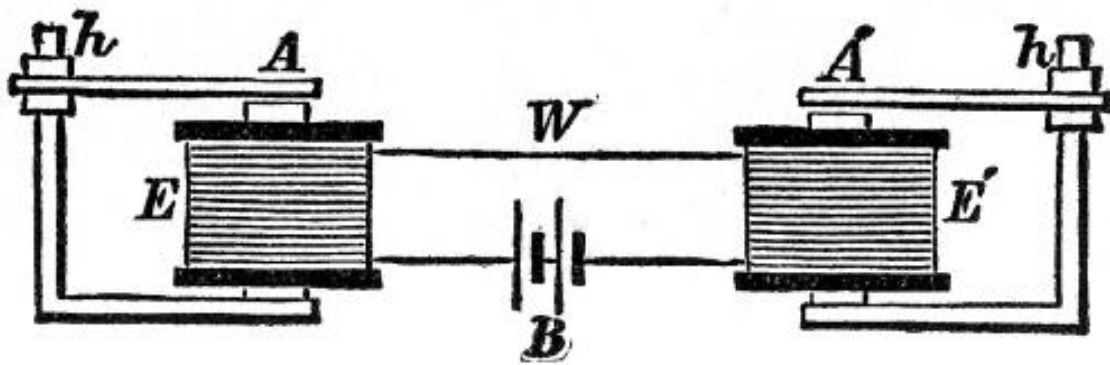


Рис. 6

При увлажнении барабанной перепонки и косточек смесью глицерина и воды была достигнута необходимая подвижность частей, а при пении во внешнее искусственное ухо кусочек сена вибрировал, и на плоской поверхности дымчатого стекла, быстро пропущенного под ним, были получены следы. Участвуя в этих экспериментах, я был поражен поразительной диспропорцией в весе между мембраной и костями, которые вибрировали под ее воздействием. Мне пришло в голову, что если мембрана толщиной с папиросную бумагу может контролировать вибрацию костей, которые по сравнению с ней имеют огромный размер и вес, то почему мембрана большего размера и толще не должна вызывать вибрацию куска железа перед магнитом, и в этом случае можно было бы отказаться от усложнения стальных стержней, показанного на моем первом виде телефона, [рис. 3](#), и на обоих концах телеграфной цепи можно было бы разместить простой кусок железа, прикрепленный к мембране.

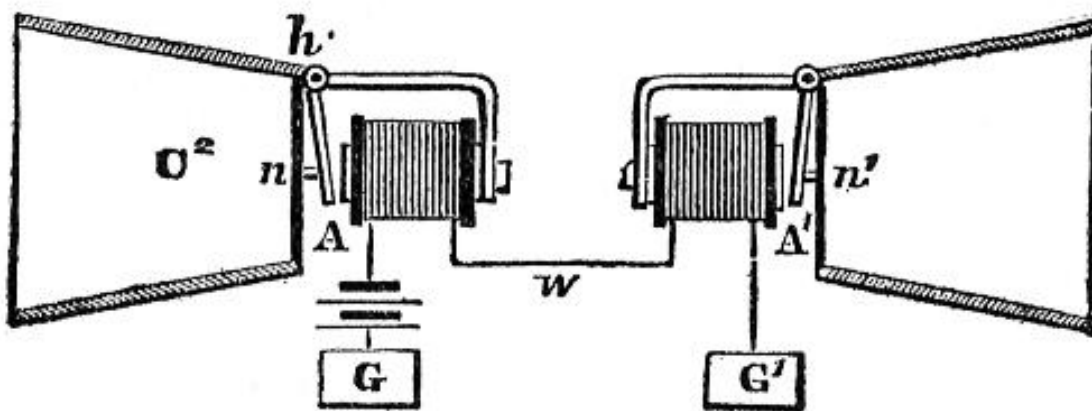


Рис. 7

На [рисунке 6](#) показана форма аппарата, который я тогда использовал для создания волнообразных электрических токов в целях многократной телеграфии. Стальной язычок A был прочно прикреплен одним концом к непокрытой ножке h электромагнита E, и свободный конец язычка выступал над непокрытой ножкой. Когда язычок A вибрировал каким-либо механическим способом, ток батареи создавал волны, и электрические колебания проходили по цепи B E W E, вызывая вибрацию соответствующего язычка A на другом конце цепи. Я немедленно приступил к проверке своей новой идеи практическим экспериментом, и для этой цели я свободно прикрепил язычок A ([рис. 7](#)) одним концом к непокрытому полюсу h магнита, а другой конец прикрепил к центру натянутой мембраны из кожи златоголовых n. Я предположил,

что при разговоре в непосредственной близости от мембраны *n* это вызовет вибрацию и заставит стальной язычок *A* двигаться аналогичным образом, вызывая колебания электрического тока, которые будут соответствовать изменениям плотности воздуха во время производства звука; и я далее подумал, что изменение плотности тока на приемном конце заставит магнит притягивать язычок *A* таким образом, что он будет копировать движение язычка *A*, и в этом случае его движения вызовут звук, издаваемый мембраной *n* подобный звуку. по тембру аналогичному тому, который вызвал первоначальную вибрацию.

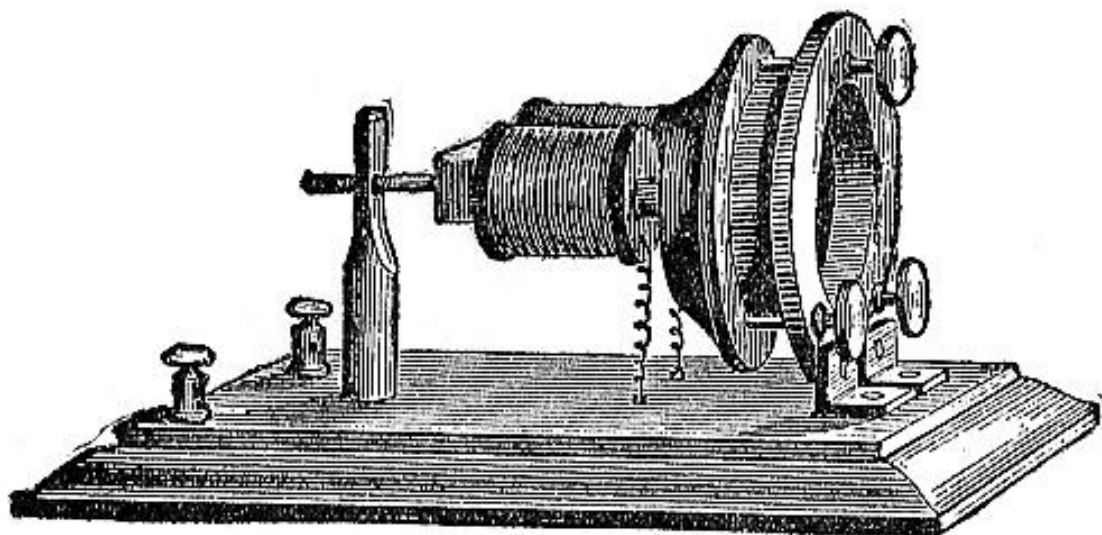


Рис. 8

Однако результаты оказались неудовлетворительными и обескураживающими. Мой друг, мистер Томас А. Уотсон, который помогал мне в этом первом эксперименте, заявил, что слышал слабый звук, исходящий из телефона на его конце провода, но я не смог подтвердить его утверждение. После множества экспериментов, приведших к таким же, лишь частично успешным результатам, я решил максимально уменьшить размер и вес пружины. Для этой цели я плотно приклеил кусок часовой пружины размером и формой с ноготь моего большого пальца к центру диафрагмы, а на другом конце прикрепил аналогичный инструмент (рис. 8); после этого мы получили возможность получать отчетливо слышимые эффекты. Я помню эксперимент, проведенный с этим телефоном, который в то время доставил мне огромное удовлетворение. Один из телефонов был установлен в моем лекционном зале Бостонского университета, а другой - в подвале соседнего здания. Один из моих студентов направился к удаленному телефону, чтобы понаблюдать за эффектом членораздельной речи, в то время как я произносил фразу "Вы понимаете, что я говорю?" в телефонную трубку, установленную в лекционном зале. К моему восторгу, ответ был получен через сам инструмент, членораздельные звуки исходили от стальной пружины, прикрепленной к мембране, и я услышал фразу: "Да, я вас прекрасно понимаю". Однако было бы ошибкой предполагать, что артикуляция была какой-либо совершенной, и ожидание, без сомнения, имело большое значение для моего распознавания предложения; тем не менее, артикуляция была налицо, и я признал тот факт, что нечеткость была полностью вызвана несовершенством инструмента. Я не буду утруждать вас подробным описанием различных этапов, через которые проходил аппарат, а просто скажу, что через некоторое время я изготовил прибор, показанный на рис. 9, который очень хорошо служил в качестве приемного телефона. В таком состоянии мое изобретение было выставлено в 1876 году

на Столетней выставке в Филадельфии. Телефон, показанный на [рис. 8](#) использовался в качестве передающего устройства, и что на [фиг. 9](#) в качестве приемника, так что голосовая связь была установлена только в одном направлении....

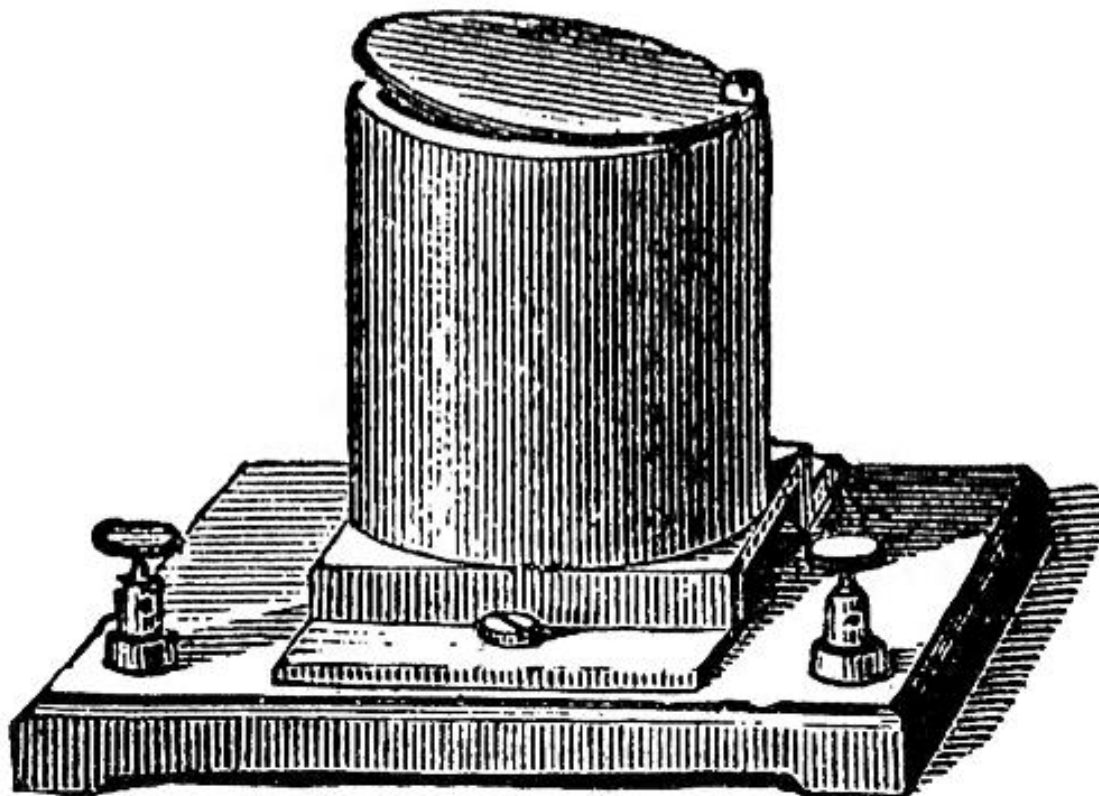


Рис. 9

Артикуляция, произведенная с помощью инструмента, показанного на [рис. 9](#) был удивительно четким, но его большой недостаток заключался в том, что его нельзя было использовать в качестве передающего устройства, и поэтому на каждой станции требовалось два телефона, один для передачи, а другой для приема устных сообщений.

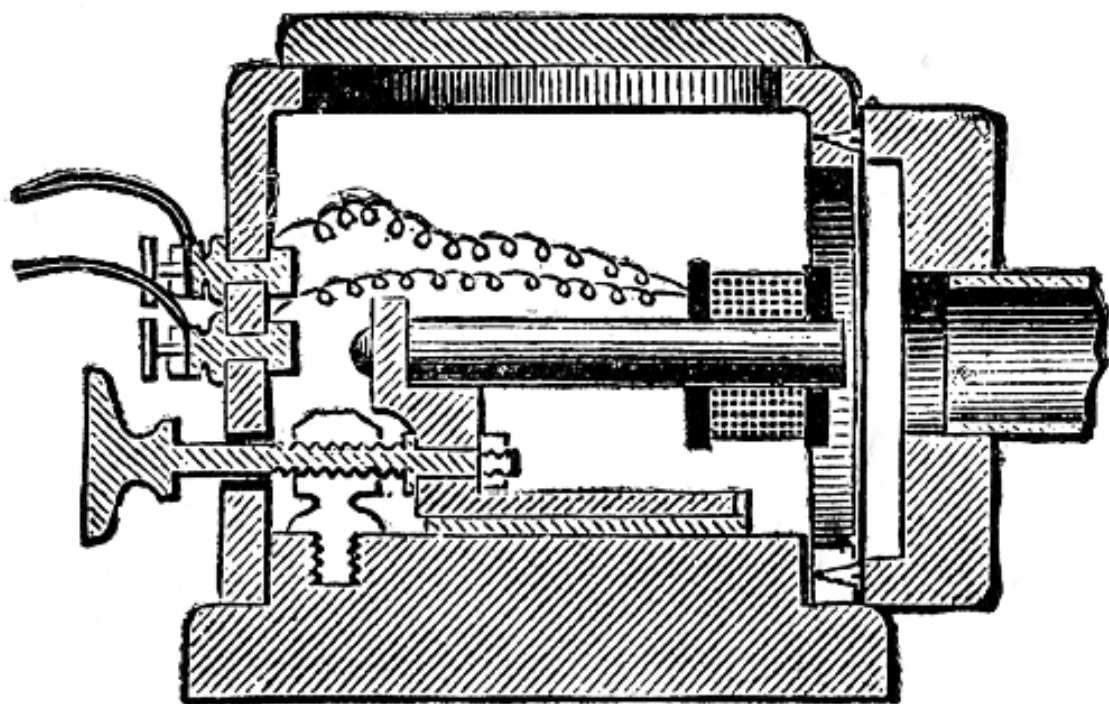


Рис. 10

Было решено изменить конструкцию телефона, показанного на [рис. 8](#), и я стремился, изменяя размер и натяжение мембраны, диаметр и толщину стальной пружины, размер и мощность магнита и витков изолированного провода вокруг их полюсов, эмпирически выявить точное действие каждого элемента комбинации и, таким образом, вывести более совершенную форму устройства. Было обнаружено, что заметное увеличение громкости звуков произошло в результате сокращения длины мотков проволоки и увеличения железной диафрагмы, которая была приклеена к мембране. В последнем случае также была улучшена отчетливость артикуляции. Наконец, мембрана из кожи златоголовых была полностью удалена, а вместо нее использовалась простая железная пластина, и сразу же была получена понятная артикуляция. Новая форма прибора показана на [рис. 10](#), и, как и давно ожидалось, было доказано, что батарейка используется только для намагничивания железного сердечника, поскольку эффекты были одинаково слышны, когда батарейка была снята, а железный сердечник магнита заменен стержнем из намагниченной стали.

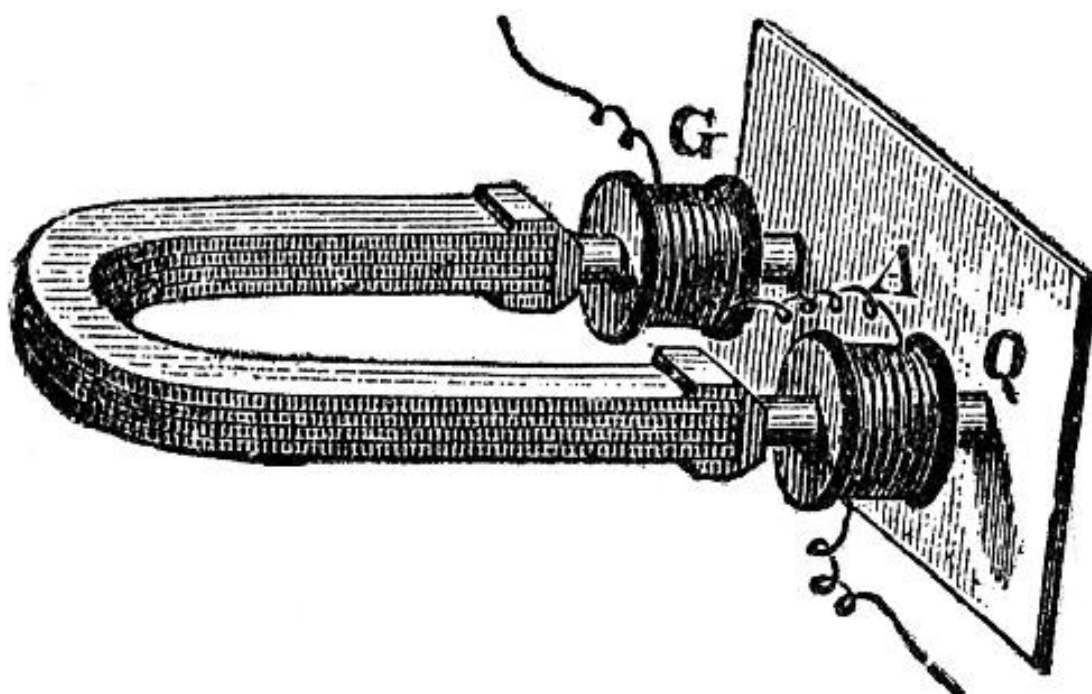


Рис. 11

Моим первоначальным намерением, как показано на [рис. 3](#), и я всегда утверждал, что окончательная форма телефона будет приводиться в действие постоянными магнитами вместо батареек, и мы с мистером Уотсоном в частном порядке проводили многочисленные эксперименты с целью получения этого эффекта.

В то время, когда приборы были впервые выставлены на всеобщее обозрение, результаты, полученные с постоянными магнитами, были далеко не такими поразительными, как при использовании вольтовой батареи, поэтому мы сочли за лучшее продемонстрировать только последнюю форму прибора.

Интерес, вызванный первыми опубликованными отчетами о работе телефона, побудил многих людей исследовать этот предмет, и я не сомневаюсь, что многие экспериментаторы независимо обнаружили, что постоянные магниты могут использоваться вместо вольтовых батарей. Действительно, один джентльмен, профессор Долбир из колледжа Тафтс, не только утверждает, что открыл магнитоэлектрический телефон, но, насколько я понимаю, обвиняет меня в том, что я позаимствовал эту идею у него через общего друга.

Устройство еще более мощной формы было сконструировано с использованием мощного составного магнита в форме подковы вместо прямого стержня, который использовался ранее ([см. рис. 11](#)). Действительно, звуки, производимые с помощью этого инструмента, были достаточной громкости, чтобы быть едва слышными большой аудитории, и в таком состоянии инструмент был выставлен в Эссекском институте в Салеме, штат Массачусетс, 12 февраля 1877 года, и по этому случаю аудитория в Салеме услышала короткую речь, прокричанную в аналогичный телефон в Бостоне, в шестнадцати милях отсюда. Тон голоса оратора был отчетливо слышен аудитории в шестьсот человек, но артикуляция была различима только на расстоянии около шести футов. В тот же день отчет о лекции был передан из уст в уста из Салема в Бостон и опубликован в газетах на следующее утро.

От формы телефона, показанной на [рис. 10](#), до нынешней формы прибора ([рис. 12](#)) всего лишь шаг. Фактически, это устройство, показанное на [рис. 10](#), в переносной форме, при этом магнит F. H. помещен внутри ручки и предусмотрен мундштук более удобной формы....

Я всегда считал, что между несколькими частями телефона должно быть найдено определенное соотношение и что размер прибора не имеет значения; но профессор Пирс был первым, кто продемонстрировал чрезвычайную малость магнитов, которые можно использовать. И здесь, чтобы показать параллельные линии, в которых мы работали, я могу упомянуть тот факт, что через два или три дня после того, как я сконструировал портативный телефон ([рис. 12](#)), содержащий магнит внутри ручки, доктор Ченнинг был достаточно любезен, чтобы прислать мне пару телефонов аналогичной модели, которые были изобретены экспериментаторами из Провиденса. Удобная форма мундштука, показанная на [рис. 12](#), которую я сейчас перенял, была изобретена исключительно моим другом, профессором Пирсом. Я должен также выразить свои обязательства моему другу и коллеге мистеру Томасу А. Уотсону из Салема, штат Массачусетс, который в течение двух последних лет оказывал мне свою личную помощь в проведении моих исследований.

Продолжая свои исследования, я всегда преследовал одну цель — практическое усовершенствование электрического телеграфа, — но я наткнулся на множество фактов, которые, хотя и не имеют прямого отношения к предмету телеграфии, все же могут представлять интерес для вас.

Например, я обнаружил, что музыкальный звук исходит от куска свинца или ретортного углерода, когда через него пропускают прерывистый электрический ток, и я наблюдал наиболее любопытные звуковые эффекты, производимые прохождением обратных прерывистых токов через человеческое тело. Выключатель был включен в цепь с первичными проводами индукционной катушки, а тонкие провода были соединены двумя полосками латуни. Одну из этих полосок прижимали вплотную к уху, и всякий раз, когда другой рукой касались другой полоски, из нее исходил громкий звук. Затем медные полоски держали по одной в каждой руке. Наведенные токи вызвали мышечную дрожь в пальцах. Когда я приложил указательный палец к уху, послышался громкий потрескивающий звук, исходящий, по-видимому, от самого пальца. Присутствовавший при этом друг приложил мой палец к уху, но ничего не услышал. Я попросил его подержать полоски самому. Затем он отчетливо ощутил шум (который я не мог уловить), исходящий от его пальца. В этом случае часть наведенного тока проходила через голову наблюдателя, когда он прикладывал ухо к собственному пальцу, и возможно, что звук был вызван вибрацией соприкасающихся поверхностей уха и пальца.

Когда два человека получают удар током от катушки Рум-Корфа, взявшись за руки, при этом каждый свободной рукой берет за один провод катушки, из сцепленных рук исходит звук. Эффект не достигается, когда руки влажные. Когда одна из двух частей касается тела другой, из соприкасающихся частей раздается громкий звук. Когда рука одного кладется на руку другого, производимый шум слышен на расстоянии нескольких футов. Во всех этих случаях испытывается легкий шок до тех пор, пока сохраняется контакт. Прокладка листа бумаги между соприкасающимися деталями существенно не мешает изданию звуков, но позволяет избежать неприятных последствий удара током.

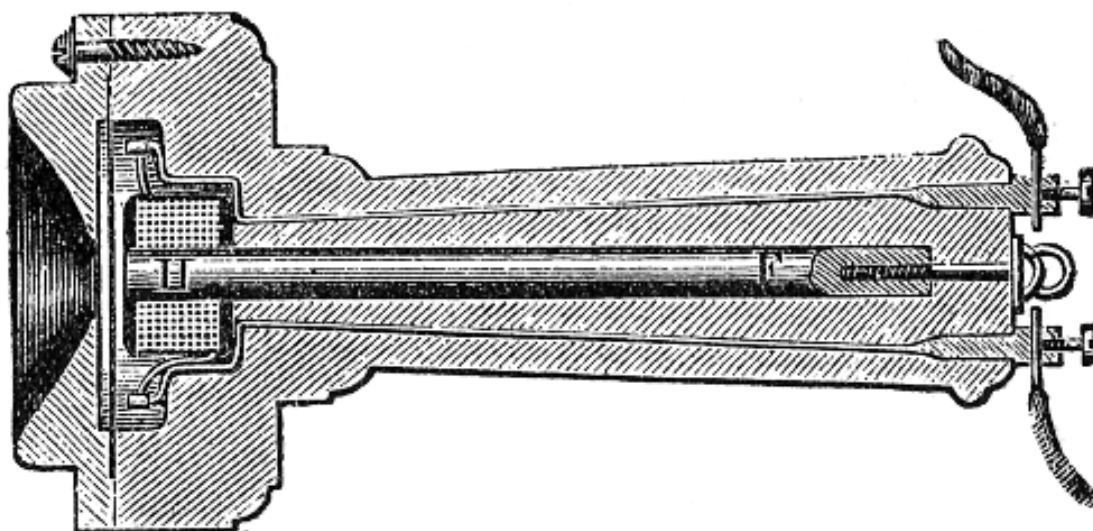


Рис. 12

Когда прерывистый ток от катушки Рамкорфа пропускается через руки, можно уловить музыкальную ноту, если приложить ухо вплотную к руке человека, над которым проводился эксперимент. Звук, по-видимому, исходит от мышц предплечья и бицепса. Мистер Элиша Грей также производил звуковые эффекты при прохождении электричества через человеческое тело.

Чрезвычайно громкая музыкальная нота возникает из-за искры в катушке Ruhmkorff'a, когда первичная цепь замкнута с достаточной скоростью. Когда два выключателя с разным шагом одновременно размыкают и замыкают первичную цепь, от искры исходит двойной звуковой сигнал.

Любопытное открытие, которое может заинтересовать вас, было сделано профессором Блейком. Он сконструировал телефон, в котором вместо постоянного магнита использовался стержень из мягкого железа длиной около шести футов. Друг непрерывно напевал музыкальную мелодию в телефонную трубку, подобную той, что показана на [рис. 12](#), которая была соединена с инструментом из мягкого железа, упомянутым выше. Было обнаружено, что громкость звука, производимого в этом телефоне, менялась в зависимости от направления, в котором удерживался железный стержень, и что максимальный эффект достигался, когда стержень находился в положении погружающейся иглы. Это любопытное открытие профессора Блейка было подтверждено мной самим.

Когда телефонный аппарат подключается к телеграфной линии, обнаруживается, что телефон, по-видимому, издает звуки сам по себе. Часто издаются самые необычные звуки, причины которых в настоящее время очень неясны. Один класс звуков создается индуктивным воздействием соседних проводов и утечкой из них, сигналы азбуки Морзе, проходящие по соседним проводам, слышны в телефоне, а другой класс можно отнести к токам заземления на проводе, любопытная модификация этого звука выявляет наличие дефектных соединений в проводе.

Профессор Блейк сообщает мне, что ему удалось использовать железнодорожные пути для ведения переговоров вместо телеграфного провода, и он далее утверждает, что, когда к рельсам был подключен только один телефонный аппарат, в телефоне были отчетливо слышны

звуки азбуки Морзе, хотя ближайшие телеграфные провода находились на расстоянии не менее пятидесяти футов.

Профессор Пирс наблюдал самые необычные звуки, издаваемые телефоном при соединении с телеграфным проводом во время северного сияния, и я только что услышал о любопытном явлении, недавно наблюденном доктором Ченнингом. В городе Провиденс, штат Род-Айленд, над домом протянута проволока протяженностью около мили с телефоном на обоих концах. Однажды в одном из телефонов были едва слышны звуки музыки и пения. Казалось, что кто-то разучивает вокальную музыку под аккомпанемент фортепиано. Естественным предположением было, что на другом конце провода проводились эксперименты с телефоном, но после расследования оказалось, что это не так. Внимание, таким образом, было привлечено к феномену, за приборами следили, и в последующем случае один и тот же факт был замечен на обоих концах провода доктором Ченнингом и его друзьями. Было доказано, что звуки продолжались около двух часов и обычно начинались примерно в одно и то же время. Тщательный осмотр линии не выявил ничего необычного в ее состоянии, и я не могу дать вам никакого объяснения этому любопытному явлению. Доктор Ченнинг, однако, направил письмо по этому поводу редактору одной из газет Провиденса, сообщив названия тех песен, которые были признаны, и полные подробности наблюдений, в надежде, что огласка может привести к обнаружению исполнителя и, таким образом, позволить разгадать тайну.

Мой друг, мистер Фредерик А. Гауэр, поделился со мной любопытным наблюдением, сделанным им относительно небольшого заземления, необходимого для подключения телефонной цепи, и вместе мы провели серию экспериментов с довольно поразительными результатами. Мы взяли с собой в сад пару телефонов и изолированный провод длиной около 100 ярдов и смогли вести беседу с величайшей легкостью, когда держали в руках то, что должно было быть проводом заземления, так что связь с землей образовывалась с обоих концов через наши тела, а на ногах у нас были хлопчатобумажные носки и кожаные ботинки. День был погожий, и трава, на которой мы стояли, казалась совершенно сухой. Когда мы стояли на посыпанной гравием дорожке, звуки голоса, хотя и были значительно ослаблены, все еще были совершенно разборчивы, и тот же результат наблюдался, когда мы стояли на кирпичной стене высотой в один фут, но никаких звуков не было слышно, когда один из нас стоял на каменной глыбе.

Один эксперимент, который мы провели, настолько интересен, что я должен рассказать о нем подробно. Мистер Гауэр подключился к заземлению на своем конце провода, встав на лужайку, в то время как на другом конце провода я встал на деревянную доску. Я попросил мистера Гауэра спеть непрерывную музыкальную ноту, и, к моему удивлению, звук был очень отчетливо слышен из телефона в моей руке. Осмотрев свои ноги, я обнаружил, что единственная травинка свесилась с края доски и что моя нога коснулась ее. За удалением этой травинки последовало прекращение звука в телефоне, и я обнаружил, что в тот момент, когда я касался носком ботинка травинки или лепестка маргаритки, звук снова становился слышен.

Естественно, возникнет вопрос, по какой длине провода можно пользоваться телефоном? В ответ на это я могу сказать, что максимальная величина сопротивления, через которое будет проходить волновой ток, сохраняя при этом достаточную силу для создания слышимого звука на дальнем конце провода, еще не определена; однако в лабораторных экспериментах по передаче данных через сопротивление в 60 000 Ом, которое было максимальным в моем

распоряжении, не возникло никаких трудностей. Однажды, не имея под рукой реостата [для создания сопротивления], я пропустил ток через тела шестнадцати человек, которые стояли рука об руку. Самая большая длина настоящей телеграфной линии, по которой я пытался вести переговоры, составляла около 250 миль. В этом случае не возникло никаких трудностей, пока не работали параллельные линии. Воскресенье было выбрано в качестве дня, в который, вероятно, другие трассы будут находиться в состоянии покоя. Разговор продолжался между мной в Нью-Йорке и мистером Томасом А. Уотсоном в Бостоне до открытия бизнеса по другим проводам. Когда это произошло, голосовые звуки были очень приглушены, но все еще слышны. Это действительно было похоже на разговор во время шторма. Разговор, хотя и был возможен, велся с трудом из-за отвлекающего характера мешающих течений.

Мой друг мистер Прис сообщил мне, что разговор успешно велся по подводному кабелю длиной шестьдесят миль, протянувшемуся от Дартмута до острова Гернси, с помощью ручных телефонов.

ФОТОГРАФИРОВАНИЕ НЕВИДИМОГО: РЕНТГЕНОВСКИЙ ЛУЧ

Наверх

Х. Дж. У. Дам

[С разрешения журнала *McClure's*, апрель 1896 г., авторское право S. S. McClure, Limited.]

За всю историю научных открытий, пожалуй, никогда еще не было такого общего, быстрого и драматичного эффекта, оказанного на научные центры Европы, какой последовал за последние четыре недели после заявления, сделанного профессором физики Королевского университета Вюрцбурга Уильямом Конрадом Рентген в Вюрцбургском физико-медицинском обществе на их декабрьском собрании [1895 г.]. Первое известие, достигшее Лондона, было получено по телеграфу из Вены о том, что профессор Рентген, до тех пор имевший лишь местную известность в упомянутом городе, открыл новый вид света, который проникал и фотографировал все насквозь. Эта новость была воспринята с умеренным интересом, некоторым весельем и большим недоверием; так прошла неделя. Затем по почте и телеграфу ежедневно приходили четкие указания на переполох, который это открытие вызвало во всех крупных университетах между Веной и Берлином. Затем появился собственный отчет Рентгена, такой холодный, деловой и по-настоящему научный по своему характеру, что он не оставлял сомнений ни в истинности, ни в огромной важности предыдущих отчетов. Сегодня, через четыре недели после объявления, имя Рентгена, по-видимому, фигурирует во всех научных публикациях, вышедших на этой неделе в Европе; и отчеты о его экспериментах, об экспериментах других, следующих его методу, и о теориях относительно странной новой силы, которую он был первым, кто наблюдал, заполняют страницы каждого научного журнала, который попадает под руку. И прежде чем пройдет необходимое время для публикации этой статьи в Америке, вполне вероятно, что лаборатории и лекционные залы Соединенных Штатов также представят все доказательства этого заразительного пробуждения интереса к открытию, настолько странному, что его важность еще нельзя измерить, его полезность можно даже предсказать, или его окончательное воздействие на давно устоявшиеся научные представления можно даже смутно предсказать.

Рентгеновские лучи - это определенные невидимые лучи, во многих отношениях напоминающие лучи света, которые высвобождаются при пропускании электрического тока высокого давления через вакуумную трубку. Вакуумная трубка - это стеклянная трубка, из которой удален весь воздух, вплоть до миллионной доли атмосферы, после того, как в каждый конец трубки вставлен платиновый провод для соединения с двумя полюсами батареи или индукционной катушки. Когда разряд подается по трубке, от анода, то есть провода, который соединен с положительным полюсом батареи, исходят определенные полосы света, цвет которых меняется в зависимости от цвета стекла. Но это незначительно по сравнению с ярким свечением, исходящим от катода, или отрицательного провода. Это свечение вызывает яркую фосфоресценцию в стекле и многих веществах, и эти "катодные лучи", как их называют, наблюдал и изучал Герц; и более глубоко его ассистент, профессор Ленард, который в 1894 году сообщил, что катодные лучи будут проникать через тонкие пленки алюминия, дерева и других материалов и давать фотографические результаты за их пределами. Однако профессору Рентген оставалось обнаружить, что во время разряда высвобождаются совсем другие лучи, которые сильно отличаются от тех, которые Ленард описал как катодные лучи. Наиболее заметным различием между ними является тот факт, что рентгеновские лучи не отклоняются магнитом, что указывает на очень существенную разницу, в то время как их дальность действия и проникающая способность несравнимо больше. Фактически, все те качества, которые придали сенсационный характер открытию рентгеновских лучей, в основном отсутствовали у Ленарда, и в итоге, хотя Рентген и не работал в совершенно новой области, ему по общему согласию были добровольно предоставлены все почести великого открытия.

Что именно за силу открыл профессор Рентген, он не знает. Как будет видно ниже, он отказывается называть это новым видом света или новой формой электричества. Он дал этому название рентгеновских лучей. Другие называют это рентгеновскими лучами. Пока известны только его результаты, а не его сущность. В научной терминологии это обычно называется "новым способом движения", или, другими словами, новой силой. Относительно того, является ли это на самом деле новой для науки силой или одной из известных сил, маскирующихся в странных условиях, авторитетные источники уже спорят. Не один выдающийся ученый уже сделал вид, что увидел в этом ключ к великой тайне закона всемирного тяготения. Все, кто высказывался в печати, с большей или менее откровенностью признавали, что ввиду открытия Рентгена наука должна немедленно пересмотреть, возможно, в революционной степени, давно принятые теории, касающиеся явлений света и звука. То, что рентгеновские лучи по своему способу действия имеют странное сходство как со звуковыми, так и со световыми вибрациями и предназначены для существенного воздействия, если они не сильно изменят, на наши взгляды на оба явления, уже несомненно; и за этим стоит открытие новой и неизвестной области физического знания, относительно которой уже ведутся спекуляции и экспериментальные исследования в Лондоне, Париже, Берлине и, возможно, в большей или меньшей степени во всех хорошо оборудованных физических лабораториях Европы.

Таков нынешний научный аспект открытия. Но, в отличие от большинства эпохальных результатов лабораторных исследований, это открытие в очень необычной степени находится в пределах досягаемости популярного и нетехнического воображения. Среди других видов материи, через которые эти лучи с легкостью проникают, есть человеческая плоть. То, что внезапно появилась новая фотография, которая может фотографировать кости, а вскоре и органы человеческого тела; что был найден свет, который может проникать, создавая фотографическую запись, сквозь все, от кошелька или кармана до стен комнаты или дома, - это

новость, которая не может не поразить всех. То, что глаз врача или хирурга, долгое время сбивый с толку кожей и тщетно пытающийся проникнуть сквозь прискорбную темноту человеческого тела, теперь должен быть дополнен фотокамерой, делающей все части человеческого тела такими же видимыми, в некотором смысле, как и внешний вид, несомненно, является большим благословением для человечества, чем даже листерианская антисептическая система хирургии; и ее преимущества неизбежно должны быть больше, чем те, которые принес Листер, какими бы великими ни были последние. Уже сейчас, за несколько недель, прошедших с момента объявления Röntgen, результаты хирургических операций по новой системе становятся все более обширными. В Берлине немедленно фотографируют не только новые переломы костей, но и сросшиеся переломы, чтобы изучить результаты недавних хирургических вмешательств. В Вене внедренные пули фотографируются вместо того, чтобы их прощупывать, и извлекаются со сравнительной легкостью. В Лондоне раненый моряк, полностью парализованный, травма которого оставалась загадкой, был спасен благодаря фотографированию предмета, застрявшего в позвоночнике, который после извлечения оказался маленьким лезвием ножа. Операции по поводу пороков развития, до сих пор малоизвестных, но теперь отчетливо выявляемых с помощью новой фотографии, уже становятся обычным явлением, и о них сообщают со всех сторон. Профессор Чермарк из Граца сфотографировал живой череп, лишенный плоти и волос, и начал адаптацию новой фотографии для изучения мозга. Связь новых лучей с лучами мысли горячо обсуждается в так называемых неточных кругах и журналах; и вся эта многочисленная группа исследователей оккультизма, верующих в ясновидение, спиритуализм, телепатию и родственные категории предполагаемых феноменов, уверены в том, что найдут в "новой силе" давно разыскиваемые факты в доказательство своих утверждений. Профессор Нойссер из Вены сфотографировал камни в желчном пузыре в печени одного пациента (на негативе камень был белоснежным) и камень в мочевом пузыре другого пациента. Полученные на данный момент результаты заставляют его объявить, что все органы человеческого тела могут быть сфотографированы и вскоре будут сфотографированы. Ланнелонг из Парижа представил Академии наук фотографии костей, свидетельствующие о наследственном туберкулезе, который никак иначе не проявлялся. В Берлине уже сформировано общество из сорока человек для немедленного проведения исследований как характера новой силы, так и ее физиологических возможностей. В ближайшие несколько недель количество этих странных заявлений утроится или учетверится, что станет лучшим доказательством великого будущего, которое ожидает рентгеновские лучи, и поразительного импульса к всеобщему поиску знаний, который пришел в конце девятнадцатого века из скромной маленькой лаборатории в Плейхер-Ринге в Вюрцбурге.

Физический институт, особое владение профессора Рентгена, представляет собой скромное двухэтажное здание с подвалом, верхний этаж которого составляет его частную резиденцию, а остальная часть здания отведена под лекционные залы, лаборатории и сопутствующие им офисы. У двери меня встретил старый служитель ордена идолопоклонников, чья боль была очевидна, когда я спросил о "профессоре" Рентген, и он мягко поправил меня, сказав "герр доктор Рентген". Однако, поскольку было очевидно, что мы имели в виду одного и того же человека, он провел меня по широкому голому коридору, тянувшемуся во всю длину здания, с классными досками и диаграммами на стенах. В конце он провел меня в маленькую комнату справа. В ней стояли большой письменный стол и маленький столик у окна, заваленный фотографиями, а вдоль стен тянулись ряды полок, заставленных лабораторными и другими записями. Открытая дверь вела в комнату несколько большего размера, примерно двадцать на

пятнадцать футов, и я обнаружил, что смотрю в лабораторию, которая была местом открытия, — лабораторию, которой, хотя и скромной во всех отношениях, суждено остаться навсегда исторической.

Вдоль дальней стены, перед двумя высокими окнами, дававшими много света, тянулась широкая полка для стола. В центре стояла плита; слева - небольшой шкафчик, на полках которого стояли мелкие предметы, которыми пользовался профессор. В левом углу стоял стол; и еще один маленький столик — тот, на котором впервые были сфотографированы живые кости, — стоял рядом с плитой, а справа лежала катушка Рум-Корфа. Урок в лаборатории был красноречив. По сравнению, например, со сложной, дорогой и законченной аппаратурой, скажем, Лондонского университета или любого из крупнейших американских университетов, она была в какой-то степени голой и непритязательной. В нем безмолвно говорилось, что на великом пути науки именно гений человека, а не совершенство технических средств, открывает новые горизонты на огромной территории неизвестного. Это также заставило задуматься и попытаться представить себе великие достижения, которые могут быть достигнуты с помощью сложных приборов с использованием рентгеновских лучей — области, в которой Соединенные Штаты, с их выдающимися изобретателями, очень возможно, если не вероятно, возьмут на себя ведущую роль, — когда сам первооткрыватель сделал так много с помощью столь малого. Уже через несколько недель опытный лондонский оператор мистер А. А. К. Суинтон сократил необходимое время экспозиции для рентгеновских фотографий с пятнадцати минут до четырех. Однако он использовал масляный змеевик Теслы, разряжаемый двенадцатью полгаллоновыми лейденскими банками с переменным током напряжением в двадцать тысяч вольт. Здесь не было масляных змеевиков, лейденских банок или специально разработанных и дорогих машин. Были только змеевик Рамкорфа, вакуумная трубка Крукса и сам человек.

Профессор Рентген вошел поспешно, словно приятный порыв ветра. Это высокий, стройный мужчина с широкими конечностями, весь облик которого говорит об энтузиазме и энергии. На нем был темно-синий костюм-мешок, а его длинные темные волосы стояли дыбом надо лбом, как будто он постоянно был наэлектризован собственным энтузиазмом. У него полный и глубокий голос, он говорит быстро, и в целом он явно производит впечатление человека, который, однажды напав на след тайны, которая его привлекла, будет преследовать ее с неослабевающей энергией. Глаза у него добрые, быстрые и проницательные; и нет никаких сомнений, что он предпочитает смотреть на трубку Крукса, а не на посетителя, который в настоящее время отнимает у него столь драгоценное время. Однако встреча была назначена заранее, и его приветствие было сердечным. В дополнение к своему родному языку он хорошо говорит по-французски и по-английски с научной точки зрения, что отличается от обычного общения на нем. Поскольку эти три языка были более или менее доступны его посетителю, беседа протекала, так сказать, на международной или полиглотической основе, меняясь по мере необходимости.

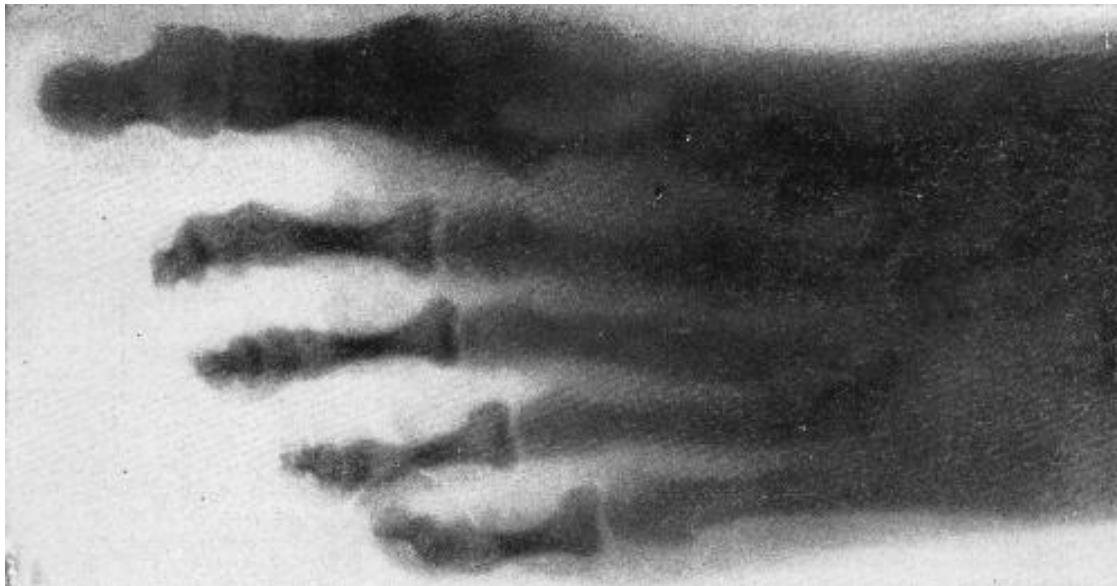
В ходе расследования выяснилось, что профессор женат, ему пятьдесят лет, хотя в глазах у него энтузиазм двадцатипятилетнего. Он родился недалеко от Цюриха, получил там образование, завершил учебу и получил ученую степень в Утрехте. Он пробыл в Вюрцбурге около семи лет и не сделал никаких открытий, которые, по его мнению, имели большое значение, до рассматриваемого. Эти подробности были предоставлены под добродушный протест, поскольку он не понимал, почему его личность должна интересовать публику. Он отказывался восхищаться собой или своими результатами в какой-либо степени и смеялся над идеей стать

знаменитым. Профессор слишком глубоко интересуется наукой, чтобы тратить время на размышления о себе. Его император устроил пир, польстил и наградил его, и он был искренне благодарен. Однако было очевидно, что слава и аплодисменты мало привлекали его по сравнению с тайнами, все еще скрытыми в вакуумных трубках другой комнаты.

“Итак, - сказал он, улыбаясь и с некоторым нетерпением, когда закончились предварительные вопросы, которые его раздражали, - вы пришли посмотреть на невидимые лучи”.

“Невидимое является видимым?”

“ Не на глаз, но результаты есть. Иди сюда.



КОСТИ

ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ СТОПЫ, СФОТОГРАФИРОВАННЫЕ СКВОЗЬ ПЛОТЬ

С фотографии А. А. К. Суинтона, Виктория-стрит, Лондон. Экспозиция, пятьдесят пять секунд

Он провел меня в другую упомянутую квадратную комнату и указал на индукционную катушку, с помощью которой проводились его исследования, обычную катушку Рум-Корфа с искрой длиной от четырех до шести дюймов, заряженную током в двадцать ампер. Два провода вели от катушки через открытую дверь в меньшую комнату справа. В этой комнате был небольшой столик, на котором стояла трубка Крукса, подсоединенная к катушке. Однако самым поразительным предметом в комнате была огромная и таинственная жестяная коробка высотой около семи футов и площадью четыре фута. Он стоял дыбом, как огромный упаковочный ящик, его сторона находилась примерно в пяти дюймах от трубки Крукса.

Профессор объяснил тайну жестяной коробки, сказав, что это его собственное устройство для создания переносной фотолаборатории. Когда он начал свои исследования, он использовал всю комнату целиком, о чем свидетельствовали тяжелые жалюзи и занавески, расположенные таким образом, чтобы исключить попадание любого мешающего света из окон. Сбоку жестяной коробки, в том месте, где она примыкала к трубке, находился круглый алюминиевый лист толщиной в один миллиметр и примерно восемнадцать дюймов в диаметре, припаянный к окружающей жестяной оболочке. Чтобы изучить его лучи, профессору нужно было только

включить ток, войти в коробку, закрыть дверцу и в полной темноте рассматривать только тот свет или световые эффекты, которые он имел право считать своими, пряча свой светильник, по сути, не под библейским сосудом, а в более вместительном ящике.

“Заходите внутрь,” сказал он, открывая дверцу, которая находилась с самой дальней от трубы стороны ящика. Я немедленно так и сделал, не совсем уверенный, следует ли сфотографировать мой скелет для общего осмотра или мои тайные мысли выставить на свет на стеклянной пластинке. “Вы найдете лист бариевой бумаги на полке”, - добавил он, а затем отошел к катушке. Дверца закрылась, и внутри коробки воцарилась черная тьма. Первое, что я нашел, был деревянный табурет, на который я решил сесть. Затем я нашел полку сбоку от тюбика, а затем лист бумаги, приготовленный из платиноцианида бария. Таким образом, мне показали первое явление, которое привлекло внимание первооткрывателя и привело к его открытию, а именно прохождение лучей, самих по себе совершенно невидимых, о присутствии которых можно было судить только по эффекту, который они производили на листке сенсibilизированной фотобумаги.

Мгновение спустя черную тьму прорезал быстрый щелкающий звук работающего тока высокого давления, и я понял, что трубка снаружи светится. Я держал лист вертикально на полке, примерно в четырех дюймах от тарелки. Однако никаких изменений не произошло, и ничего не было видно.

“Ты что-нибудь видишь?” - позвал он.

“Нет”.

“Натяжение недостаточно велико”, - и он продолжил увеличивать давление, приводя в действие ртутный аппарат в длинных вертикальных трубках, приводимый в действие автоматически с помощью грузильного рычага, стоявшего рядом с катушкой. Через несколько мгновений звук разряда раздался снова, и тогда я впервые познакомился с рентгеновскими лучами.

В тот момент, когда ток прошел, бумага начала светиться. Желтовато-зеленый свет распространился по всей ее поверхности облаками, волнами и вспышками. Желто-зеленое свечение, казавшееся в темноте еще более странным и сильным, задрожало, заколебалось и поплыло над бумагой в такт щелчку разряда. Сквозь металлическую пластину, бумагу, меня самого и жестяную коробку летели невидимые лучи, производя странный, интересный и сверхъестественный эффект. Металлическая пластина, казалось, не оказывала заметного сопротивления силе полета, и свет был таким насыщенным, как будто между бумагой и трубкой ничего не было.

“Подними книгу”, - сказал профессор.

Я нащупал в темноте на полке тяжелую книгу толщиной в два дюйма и положил ее на тарелку. Это ничего не изменило. Лучи проходили сквозь металл и книгу, как будто ни того, ни другого там не было, и волны света, подобно облакам перекатывающиеся по бумаге, не меняли яркости. Это была наглядная, материальная иллюстрация того, с какой легкостью проникают бумага и дерево. Затем я отложил книгу и бумагу и прикрыл глаза от лучей. Кругом была темнота, и я ничего не видел и не чувствовал. Разряд был в полную силу, и лучи пролетали через мою голову и, насколько я знал, через стенку ящика позади меня. Но они были невидимы и неосозаемы.

Они не давали никаких ощущений. Какими бы ни были таинственные лучи, их нельзя увидеть, и судить о них можно только по их творчеству.

Мне не хотелось расставаться с этой исторической жестяной коробкой, но время поджимало. Я поблагодарил профессора, который был счастлив от реальности своего открытия и музыки своих искр. Тогда я спросил: “Где вы впервые сфотографировали живые кости?”

“ Сюда, ” сказал он, направляясь в комнату, где стояла катушка. Он указал на стол, на котором стоял еще один — маленький деревянный на коротких ножках, формой и размером больше напоминающий деревянное сиденье. Он был размером в два квадратных фута и выкрашен в угольно-черный цвет. Я с интересом рассматривал его. Я бы купил его, потому что маленький столик, на котором свет впервые прошел через человеческое тело, когда-нибудь станет большим историческим курьезом; но он не был выставлен на продажу. Фотография этого была бы утешением, но по нескольким причинам в настоящее время ее не было. Тем не менее, исторический стол был там и был должным образом осмотрен.

“Как вы сделали фотографию из первых рук?” - Спросил я.

Профессор подошел к полке у окна, где лежало несколько готовых стеклянных пластинок, плотно завернутых в черную бумагу. Он положил трубку Крукса под стол, в нескольких дюймах от нижней стороны ее крышки. Затем он положил ладонь плашмя на крышку стола и небрежно положил стеклянную пластинку себе на ладонь.

- Вам следовало бы написать свой портрет в такой позе, - предложил я.

“Нет, это чепуха”, - сказал он, улыбаясь.

“Или сфотографироваться”. Это предложение было сделано с глубоко скрытой целью.

Лучи рентгеновских глаз мгновенно проникли в глубоко скрытую цель. “О нет, ” сказал он, - я не могу позволить вам фотографировать меня. Я слишком занят”. Очевидно, профессор был слишком скромным, чтобы удовлетворить желания любознательного мира.

- А теперь, профессор, - сказал я, - не расскажете ли вы мне историю открытия?

“Истории нет”, - сказал он. “Меня долгое время интересовала проблема катодных лучей из вакуумной трубки, изученная Герцем и Ленардом. Я с большим интересом следил за их и другими исследованиями и решил, как только у меня появится время, провести несколько собственных исследований. Это время я обнаружил в конце прошлого октября. Я проработал на работе несколько дней, когда обнаружил кое-что новое”.

- Какого числа это было? - спросил я.

“Восьмое ноября”.

- И что же это было за открытие?

“Я работал с трубкой Крукса, закрытой экраном из черного картона. Там на верстаке лежал лист бумаги с платиноцианидом бария. Я пропускал ток через трубку и заметил на бумаге странную черную линию”.

- Ну и что из этого?

“Эффект был таким, который, выражаясь обычным языком, мог быть вызван только прохождением света. Из трубки не мог исходить свет, потому что экран, прикрывавший ее, был непроницаем для любого известного света, даже для электрической дуги”.

- И что ты об этом подумал?

“Я не думал; я исследовал. Я предположил, что эффект, должно быть, исходил от тюрбика, поскольку его характер указывал на то, что он не мог исходить ниоткуда больше. Я проверил это. Через несколько минут в этом не осталось никаких сомнений. Из трубки исходили лучи, которые оказывали люминесцентный эффект на бумагу. Я успешно пробовал использовать его на все больших и больших расстояниях, даже на расстоянии двух метров. Сначала казалось, что это новый вид невидимого света. Это явно было что-то новое, что-то незарегистрированное”.

- Он легкий? - спросил я.

“Нет”.

- Это электричество? - спросил я.

- Ни в какой известной форме.

- В чем дело? - спросил я.

- Я не знаю.

И первооткрыватель рентгеновских лучей, таким образом, заявил о своем незнании их сущности так же спокойно, как и все остальные, кто писал об этих явлениях до сих пор.

“Обнаружив существование нового вида лучей, я, конечно, начал исследовать, что они будут делать”. Он взял серию фотографий размером с кабинет. “Вскоре в результате испытаний выяснилось, что лучи обладают проникающей способностью в доселе неизвестной степени. Они с легкостью проникали сквозь бумагу, дерево и ткань, а толщина вещества не имела заметного значения в разумных пределах”. Он показал фотографии коробки с лабораторными гирьками из платины, алюминия и латуни, все они и латунные петли были сфотографированы из закрытой коробки без каких-либо указаний на саму коробку. Также фотография мотка тонкой проволоки, намотанного на деревянную катушку, причем проволока была сфотографирована, а дерево опущено. “Лучи, - продолжил он, “ проходили через все испытываемые металлы с легкостью, варьирующейся, грубо говоря, в зависимости от плотности металла. Эти явления я тщательно обсудил в своем отчете вюрцбургскому обществу, и вы найдете в нем все технические результаты”. Он показал фотографию небольшого листа цинка. Он состоял из пластин меньшего размера, спаянных с боков припоями с различными пропорциями металла. Различные линии тени, вызванные различием в припоях, были видимым свидетельством того, что был найден новый способ обнаружения дефектов и химических изменений в металлах. На фотографии компаса стрелка и циферблат видны сквозь закрытую латунную крышку. Метки на циферблате были нанесены красной металлической краской и, таким образом, создавали помехи лучам, и были воспроизведены. “Поскольку лучи обладали такой огромной проникающей способностью, казалось естественным, что они проникают сквозь плоть, и это подтвердилось при фотографировании руки, как я вам показывал”.

Подробное обсуждение характеристик своих лучей профессор считал невыгодным и ненужным. Однако он считает, что эти таинственные излучения не являются светом, потому что их поведение существенно отличается от поведения световых лучей, даже тех световых лучей, которые сами по себе невидимы. Рентгеновские лучи не могут отражаться отражающими поверхностями, концентрироваться линзами, преломляться или дифрагировать. Они производят фотографическое воздействие на чувствительную пленку, но их действие пока слабое, и в этом заключается первая важная область их разработки. Экспозиции профессора были сравнительно длительными — в среднем пятнадцать минут на легкопроницаемых материалах и полчаса или больше на фотографировании костей кисти. Что касается вакуумных ламп, он сказал, что предпочитает Hittorf, потому что в них самый совершенный вакуум, а наивысшая степень выпуска воздуха является наиболее желательным завершением. В ответ на вопрос: “Что насчет будущего?” он сказал:

“Я не пророк, и я против того, чтобы пророчествовать. Я продолжаю свое исследование, и как только мои результаты будут подтверждены, я обнародую их”.

- Как вы думаете, можно ли так модифицировать лучи, чтобы фотографировать органы человеческого тела?

В ответ он взял фотографию коробки с гирями. “Здесь уже есть модификации”, - сказал он, указывая на различную степень затенения, создаваемую алюминиевыми, платиновыми и латунными гирями, латунными петлями и даже едва различимой металлической тисненой надписью на крышке коробки.

- Но профессор Нойссер уже объявил, что фотографирование различных органов возможно.

“Посмотрим, что мы увидим”, - сказал он. “Начало положено уже сейчас; развитие событий последует со временем”.

- Вы знаете устройство для введения электрического света в желудок?

-Да.

- Как вы думаете, может ли этот электрический фонарь стать вакуумной трубкой для фотографирования желудка, любой части брюшной полости или грудной клетки?

Идея проглотить трубку Крукса и направить ток высокой частоты в желудок показалась ему чрезвычайно забавной. “Когда я это сделаю, я скажу вам”, - сказал он, улыбаясь, полный решимости добиваться результата.

“У меня много дел, и я занят, очень занят”, - сказал он в заключение. Он протянул руку на прощание, его взгляд уже блуждал по своей работе во внутренней комнате. И посетитель быстро покинул его; слова “Я занят”, сказанные со всей искренностью, казалось, одной фразой описывали суть его характера и были девизом очень необычного человека.

Возвращаясь через Берлин, я зашел к герру Шпису с “Урании”, чьи фотографии, сделанные рентгеновским методом, были первыми обнародованы и на данный момент являются лучшими из виденных. Говоря о своем открытии, он сказал:

“Я применил его, как только стало очевидно проникновение в плоть, к фотографии мужской руки. Что-то в ней причиняло ему боль в течение многих лет, и на фотографии сразу же был обнаружен маленький инородный предмет, как вы можете видеть”; и он продемонстрировал копию фотографии, о которой шла речь. “Пятнышко - это маленький кусочек стекла, который был немедленно извлечен и который, по всей вероятности, в противном случае оставался бы в руке мужчины до конца его дней”. Все это указывает на то, что игла, которая путешествовала по стольким людям на протяжении стольких лет, будет подавлена камерой.

“Моя следующая цель - сфотографировать кости всей ноги”, - продолжал герр Шпис. “Я не предвижу никаких трудностей, хотя это требует некоторой продуманности при манипулировании”.

Будет видно, что рентгеновские лучи и их удивительные практические возможности все еще находятся в зачаточном состоянии. Первая успешная модификация действия лучей, позволяющая фотографировать различные плотности органов тела, приведет к появлению в поле зрения фотографии всех таких патологических новообразований, как опухоли и раковые опухоли, не говоря уже о жизненно важных органах, которые могут быть ненормально развиты или дегенерировать. Насколько много это значит для медицинской и хирургической практики, не требует большого воображения, чтобы это представить. Диагностика, долгое время остававшаяся болезненно неопределенной наукой, получила неожиданного и замечательного помощника; и насколько мир выиграет от этого, насколько избавится от боли, может определить только будущее. В науке открылась новая дверь там, где раньше не существовало ни одной, и появился дополнительный свет на явления, результаты которых могут оказаться такими же пронизательными и удивительными, как сами рентгеновские лучи. Самая приятная особенность открытия - это возможность, которую оно дает другим людям для оказания помощи; и работа этих рук добавит много новых слов в словари, много новых фактов в науку и в предстоящие годы заполнит гораздо больше томов, чем абзацев в этом кратком и несовершенном отчете.

БЕСПРОВОЛОЧНЫЙ ТЕЛЕГРАФ

[Наверх](#)

[Джордж Айлс](#)

[Из книги “Пламя, электричество и камера”, авторские права принадлежат Doubleday, Page & Co., Нью-Йорк.]

В серии экспериментов, достаточно интересных, но бесполезных, вода канала, реки или залива часто служила проводником для телеграфа. Среди электриков, которые таким образом привлекли воду к своей работе, был профессор Морзе. В 1842 году он отправил несколько сигналов через ла-манш из Касл-Гарден, штат Нью-Йорк, на Губернаторский остров, расстояние в милю. С гораздо лучшими результатами позже, в том же году, он отправлял сообщения с одной стороны канала в Вашингтоне на другую на расстояние восьмидесяти футов, используя большие медные пластины на каждом термине. Огромный ток,

необходимый для преодоления сопротивления воды, не позволил применить этот метод на практике.

Таким образом, мы переходим к электрической связи, осуществляемой посредством индукции — влияния, которое один проводник оказывает на другой через промежуточный изолятор. Вначале нам следует иметь в виду, что магнитные явления, которые так тесно связаны с электрическими, всегда являются индуктивными. Чтобы наблюдать обычный пример магнитной индукции, нам достаточно поднести подковообразный магнит к стрелке компаса, которая мгновенно начнет раскачиваться, как будто ее раскачивает туда-сюда резкий порыв воздуха. Это действие происходит, если между иглой и ее возмущающим элементом помещается грифельная доска, оконное стекло или галька. Не существует известного изолятора для магнетизма, и индукция такого рода заметно проявляется на протяжении многих ярдов, когда большие массы железа поляризованы, так что выход из строя компасов в море из-за перемещения железных предметов на борту судна или из руд железа, залегающих на морском побережье, представляет постоянную опасность для моряка.

Электрические проводники ведут себя во многом как магнитные массы. Ток, передаваемый по проводнику, вызывает встречный ток во всех окружающих телах, причем в степени, пропорциональной их проводящей способности. Это воздействие, конечно, сильнее всего сказывается на ближайших телах, и мы уже отмечали его серьезное замедляющее действие в океанской телеграфии. Когда исходный ток имеет высокую интенсивность, он может вызвать ощутимый ток в другом проводе на расстоянии нескольких миль. В 1842 году Генри заметил, что электрические волны обладают этим свойством, но на заре электрической интерпретации полное значение этого факта ускользнуло от него. В верхней комнате своего дома он произвел искру длиной в дюйм, которая вызвала ток в проводах, протянутых в его подвале через два толстых этажа и две комнаты, которые находились между ними. Индукция такого рода вызывает раздражение, знакомое по одиночным телефонным цепям, из-за необходимости подслушивать других абонентов, чьи провода часто находятся далеко от наших собственных.

Первое практическое применение индуцированных токов в телеграфии было, когда мистер Эдисон в 1885 году позволил поездам на линии железной дороги Стейтен-Айленд поддерживать постоянную связь с помощью телеграфного провода, подвешенного обычным способом рядом с рельсами. Крыша автомобиля была из изолированного металла, и каждое нажатие кнопки оператора в стенах электрифицировало крышу ровно настолько, чтобы вызвать короткий импульс по телеграфной цепи. При отправке сообщения в машину этот провод момент за моментом наэлектризовывался, вызывая отклик сначала на крыше автомобиля, а затем в “эхолоте” под ней. Это замечательное устройство, впоследствии использовавшееся на железной дороге Лихай-Вэлли, было снято с производства из-за отсутствия коммерческой поддержки, хотя, казалось бы, было бы выгодно поддерживать такую услугу не на коммерческих основаниях. В случае случайных препятствий на пути или другой опасности возможность в любой момент связаться с набирающим скорость поездом может означать безопасность, а не катастрофу. Главной статьей стоимости этой системы являются большие затраты на специальный телеграфный провод.

Следующим электриком, применившим индуцированные токи в телеграфии, был мистер (ныне сэр) Уильям Х. Прис, инженер, возглавлявший в то время британскую телеграфную систему. Позвольте привести один пример из его работы. В 1896 году был проложен кабель между

Лаверноком, недалеко от Кардиффа, на Бристольском канале, и Флэт-Холмом, островом в трех с третью миль от него. Поскольку канал в этом месте является очень посещаемым маршрутом и якорным местом, трос обрывался снова и снова. Вместо этого мистер Прис в 1898 году протянул провода вдоль противоположных берегов и обнаружил, что электрический импульс, посланный по одному проводу, мгновенно становится слышен в телефоне, соединенном с другим. Казалось бы, в этой эфирной форме телеграфии длина двух противоположных проводных линий должна быть равна расстоянию, которое их разделяет; следовательно, для связи через Ла-Манш от Дувра до Кале потребовалась бы линия вдоль каждого побережья длиной не менее двадцати миль. Там, где такие линии существуют для обычной телеграфии, они могли бы легко использоваться в системе предварительной сигнализации на случай разрыва подводного кабеля.

Маркони, применив электростатические волны вместо электромагнитных, добился поразительных результатов. Давайте обратим внимание на главного из его предшественников, поскольку они подготовили для него путь. В 1864 году Максвелл заметил, что электричество и свет имеют одинаковую скорость - 186 400 миль в секунду, и он сформулировал теорию о том, что электричество распространяется волнами, которые отличаются от волн света только большей длиной. Это было доказано Герцем, который в 1888 году показал, что там, где в разомкнутой цепи установлены переменные токи очень высокой частоты, энергия может полностью передаваться из цепи в окружающее пространство в виде электрических волн. Его детектор представлял собой почти замкнутый круг из проволоки, концы которой были припаяны к металлическим шарикам, почти соприкасающимся. С помощью этого простого прибора он продемонстрировал, что электрические волны движутся со скоростью света и что они могут отражаться и преломляться точно так, как если бы они образовывали видимый луч. При определенной интенсивности напряжения воздушная изоляция разрушалась, и воздух становился проводником. Это явление довольно внезапного перехода из непроводящего состояния в проводящее, как мы должным образом увидим, также следует отмечать, когда воздух или другие газы подвергаются воздействию рентгеновского излучения.

Теперь перейдем к эффекту электрических волн, таких как Герц, возникающему, когда они воздействуют на вещества, измельченные в порошок или опилки. Проводники, такие как металлы, оказывают неоценимую услугу электрику; не меньшую ценность представляют непроводники, такие как стекло и гуттаперча, поскольку они строго ограждают электрический поток. Третья и замечательная перспектива открывается перед экспериментом, когда он имеет дело с веществами, которые в своем нормальном состоянии не являются электропроводящими, но которые при возбуждении электрической волной мгновенно становятся электропроводящими в высокой степени. Еще в 1866 году мистер С. А. Варли заметил, что черный свинец, превращенный в рыхлую пыль, эффективно задерживает ток от пятидесяти элементов Daniell, хотя полюса батареи находятся очень близко друг к другу. Когда он увеличил электрическое напряжение в четыре-шесть раз, частицы черного свинца сразу же уплотнились, образовав мостик с превосходной проводимостью. Основываясь на этом принципе, он изобрел молниезащиту для электрических приборов, при которой входящая вспышка вызывает образование крошечной кучки угольной пыли, чтобы обеспечить ей путь, по которому она могла безопасно опуститься на землю. Профессор Темистокле Кальцекки Онести из Фермо в 1885 году в ходе независимой серии исследований обнаружил, что масса порошкообразной меди не является проводником до тех пор, пока на нее не ударит электрическая волна; затем в одно мгновение масса превращается в проводник, почти такой же эффективный, как если бы это был

прочный, неразрывный провод. Профессор Эдуард Бранли из Парижа в 1891 году на основе этого принципа изобрел когерер, который переходил от сопротивления к приглашению при воздействии электрического импульса издалека. Он повысил ценность своего устройства благодаря жизненно важному открытию, что проводимость, придаваемую опилкам электрическими разрядами, можно разрушить простым встряхиванием или постукиванием по ним.

По-домашнему принцип когерера часто иллюстрируется в обычной телеграфной практике. Оператор замечает, что его прибор работает плохо, и подозревает, что в какой-то момент в его цепи неисправен контакт. Немного грязи, или окиси, или сырости попало между двумя металлическими поверхностями; конечно, они все еще соприкасаются друг с другом, но не так прочно и идеально, как требуется для его работы. Соответственно, он резко посылает мощный ток в линию, который тщательно очищает свой путь, смахивает грязь, окись или влагу, и цепь снова становится такой, какой должна быть. По всей вероятности, когерер действует таким же образом. Среди физиков, изучавших его в первоначальном виде, был доктор Оливер Дж. Лодж. Он усовершенствовал его настолько, что в 1894 году в Королевском институте в Лондоне смог продемонстрировать его в виде электрического глаза, который регистрировал воздействие невидимых лучей на расстоянии более сорока ярдов. Он набрался смелости сказать, что это расстояние может быть увеличено до полумили.

Еще в 1879 году профессор Д. Э. Хьюз начал серию экспериментов в области беспроводного телеграфирования по многим линиям, которые в других руках сейчас достигли коммерческого и научного успеха. Профессор Хьюз был изобретателем микрофона, и этот инструмент, по его словам, предоставляет непревзойденное средство приема беспроводных сообщений, поскольку для восстановления его непроводимости не требуется прослушивания. В своих исследованиях этот исследователь был убежден, что его сигналы распространяются не за счет электромагнитной индукции, а за счет воздушных электрических волн, распространяющихся от электрической искры. В начале 1880 года он показал свой аппарат профессору Стоксу, который внимательно наблюдал за его работой. Его изречение состояло в том, что он не видел ничего, что нельзя было бы объяснить известными электромагнитными эффектами. Это ошибочное суждение настолько обескуражило профессора Хьюза, что он отказался от продолжения своих экспериментов, и таким образом, по всей вероятности, рождение беспроводного телеграфа было отложено на несколько лет.^[3]

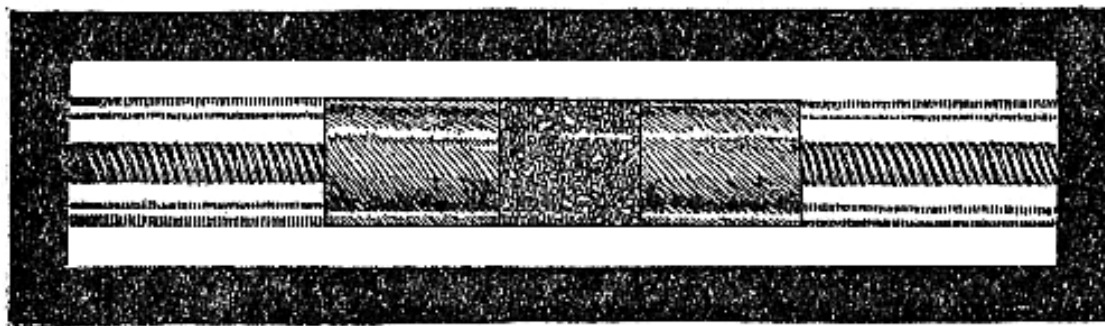


Рис. 71. Когерер

Маркони, увеличенный вид

Когерер, усовершенствованный Маркони, представляет собой стеклянную трубку длиной около полутора дюймов и внутренним диаметром около одной двенадцатой дюйма. Электроды вставлены в эту трубку так, чтобы почти соприкасаться; между ними примерно на одну тридцатую дюйма насыпана щепотка реагирующей смеси, которая образует стержень всего устройства. Эта смесь составляет 90%. никелевые опилки - 10%. твердые серебряные опилки и незначительный след ртути; из трубки удален воздух с точностью до одной десяти тысячной доли (рис. 71). Каким образом эта крупница металлической пыли ухитряется громко передавать свои сигналы через телеграфный эхолот или насильно отпечатывать их на движущейся полоске бумаги? Не прямо, но косвенно, как последнее усовершенствование инициации. Давайте представим обычную телеграфную батарею, достаточно мощную, чтобы передавать сообщение. Каким бы сильным он ни был, он остается бесшумным до тех пор, пока его схема не будет завершена, и для этого завершения достаточно малейшего прикосновения. Теперь нить пыли в когерере образует часть такой телеграфной цепи: как сыпучая пыль, она является эффективным препятствием, под воздействием электрических волн издалека она мгновенно превращается в связанное металлическое звено, которое сразу замыкает цепь и доставляет сообщение.

Электрический импульс, почти слишком слабый для вычисления, способен здесь произвести такое изменение в щепотке пыли, что она становится свободным проходом, а не баррикадой. По этому пути слышен и ощутим мощный удар из местного хранилища энергии. Ни одно устройство класса trigger не сравнится с этим по изяществу. Через мгновение после того, как сигнал прошел через когерер, маленький молоточек ударяет по крошечной трубке, раскалывая ее частицы на части, так что они возвращаются в свое нормальное состояние с высоким сопротивлением. Мы вполне можем быть поражены чувствительностью металлических опилок к электрической волне, исходящей за много миль от нас, но давайте вспомним, как ясно глаз может видеть яркую лампу на том же расстоянии, на котором она испускает аналогичный луч. До сих пор не было обнаружено вещества, механически реагирующего на столь слабый луч света; в мире природы и искусства когерер стоит особняком. Электрические волны, используемые Маркони, имеют длину около четырех футов или частоту около 250 000 000 в секунду. Такие колебания легко проходят через кирпичные или каменные стены, через обычные крыши и полы - действительно, через все вещества, которые не являются проводящими для электрических волн обычной длины. Если бы энергия излучателя Маркони была приложена к дуговой лампе, она генерировала бы луч мощностью в тысячу свечей. Таким образом, у нас есть возможность сравнить чувствительность сетчатки к свету с реакцией когерера Маркони на электрические волны после того, как оба излучения преодолели расстояние в несколько миль.

Существенной особенностью этого метода эфирной телеграфии, созданной самим Маркони, является подвешивание перпендикулярного провода на каждой конечной станции, его длина составляет двадцать футов для станций, расположенных на расстоянии мили друг от друга, сорок футов для четырех миль и так далее, телеграфное расстояние увеличивается как квадрат длины подвешенного провода. На регате в Кингстауне в июле 1898 года Маркони отправил с яхты на полных парах рапорт на берег, не теряя ни минуты от старта до финиша. Этот подвиг был повторен во время затяжного соревнования между яхтами *Columbia* и *Shamrock* в Нью-Йоркском заливе в октябре 1899 года. 28 марта 1899 года сигналы Маркони вывели Вимеро, расположенный в двух милях к северу от Булони, на связь с маяком Саут-Форленд, в тридцати двух милях от него.[4] В августе 1899 года во время маневров британского военно-морского флота аналогичные сообщения были отправлены на расстояние до восьмидесяти

милей. Было ясно продемонстрировано, что новая власть была передана в руки военно-морского командующего. “Нажатие кнопки на флагманском корабле - это все, что сейчас необходимо, чтобы инициировать каждую тактическую эволюцию флота и обеспечить почти автоматическую точность результирующих движений кораблей. Мигающий фонарь заменяется ночью, флаги и семафор - днем, или, если они сохраняются, это делается для чисто вспомогательных служб. Отвратительный и приводящий в замешательство вой паровой сирены больше не должен быть слышен в тумане, и неопределенная система оружейных сигналов скоро уйдет в прошлое”. Интерес военно-морских специалистов и военных стратегов к аппарату Маркони выходит далеко за рамки передачи разведданных. Любой электрический прибор, какой бы он ни был, может приводиться в движение той же волной, которая приводит в действие телеграфный эхолот. Предохранитель может быть зажжен или двигатель запущен и направлен с помощью устройства, соединенного с когерером, несмотря на всю его миниатюрность. Мистер Уолтер Джеймисон и мистер Джон Троттер изобрели средства для направления торпед с помощью эфирных волн, подобные тем, которые приводятся в действие в беспроводном телеграфе. Два стержня, выступающие над поверхностью воды, принимают волны и находятся в цепи с когерером и реле. По воле удаленного оператора катушка с полый проволокой, пропускающая ток, втягивает железный сердечник либо вправо, либо влево, соответственно перемещая штурвал.

Когда новость об успехе Marconi telegraph попала на Лондонскую фондовую биржу, произошло падение акций кабельных компаний. Опасение соперничества из-за нового изобретения было безосновательным. Поскольку система Маркони передает всего пятнадцать слов в минуту, она, очевидно, не конкурирует с кабелем, таким как кабель между Францией и Англией, который может без труда передавать 2500 слов в минуту. Телеграф Маркони выступает не столько как конкурент старым системам, сколько как способ связи, создающий собственное поле деятельности. Мы видели, чего он может достичь на войне, намного превосходя любые достижения, возможные для других устройств, акустических, световых или электрических. Столь же поразительным образом он открывает новые возможности в сфере торговли. Это позволяет маякам постоянно произносить по буквам свои названия, чтобы приемники на борту судна могли сориентировать рулевого даже в шторм и туман. В условиях переполненности пароходных “трасс”, пересекающих Атлантику, человек, стоящий у руля, обеспечивает бесценную защиту от столкновения. 15 ноября 1899 года Маркони телеграфировал с американского лайнера “Сент-Пол” в Нидлс, расположенный в шестидесяти шести морских милях от о-ва. 11 и 12 декабря 1901 года он принял беспроводные сигналы недалеко от Сент—Джонса, Ньюфаундленд, отправленные из Полду, Корнуолл, Англия, или с расстояния 1800 миль, - подвиг, который поразил весь мир. Во многих случаях телеграфная связь с островом слишком мала, чтобы требовать прокладки кабеля; следовательно, мы обнаруживаем, что Тринидад и Тобаго должны быть соединены системой беспроводной связи, как и пять островов Гавайской группы, расположенных на расстоянии от восьми до шестидесяти одной мили друг от друга.

Слабым местом первого аппарата Маркони было то, что любой человек в радиусе действия передающего устройства мог прочесть его сообщения. Чтобы устранить это возражение, иногда использовались секретные коды, как в торговле и дипломатии. Полное избавление от этой трудности обещается при настройке передатчика и приемника на одну и ту же ноту, так что один приемник, и никто другой, должен реагировать на определенную частоту импульсов.

Эксперименты, свидетельствующие об успехе в этой жизненно важной области, были проведены профессором Лоджем.

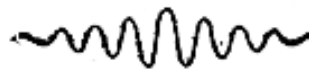
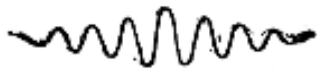


Рис. 73—

Прерывистые электрические волны

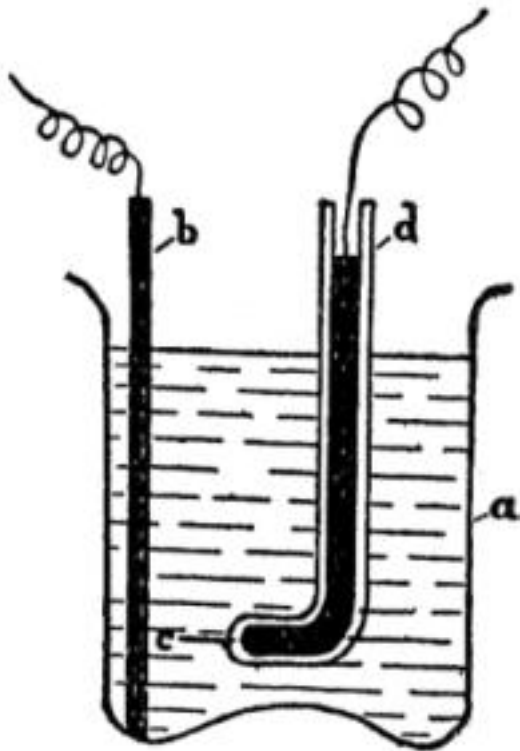


Рис. 74—Прерыватель Wehnelt

Когда электрики двадцать лет назад передали энергию проводу и таким образом позволили ему поворачивать за угол, они почувствовали, что сделали все правильно. Волны Герца, посылаемые Маркони за границу, не требуют проводов, поскольку они находят свой путь не за углом, а через угол. 1 мая 1899 года группа французских офицеров на борту *bis* в Сангате, недалеко от Кале, разговаривала с Вимеро с помощью аппарата Маркони, при этом вмешался мыс Гриснез, высокий мыс. Выяснение того, насколько земля и море могут препятствовать волнам Герца, открывает широкое и плодотворное поле для исследований. “Возможно, - говорит профессор Джон Трубридж, - что такие длинные электрические волны распространяются по поверхности таких препятствий примерно так же, как волны звука и воды”.

Удивительно, как открытия иногда приходят параллельно друг другу, чтобы оказать взаимную помощь или удовлетворить насущную потребность почти сразу, как только она возникает. Когерер в его нынешнем виде приводится в действие волнами сравнительно низкой частоты, которые поднимаются от нуля до полной высоты за чрезвычайно короткие периоды и

разделяются периодами значительно большей продолжительности (рис. 73). Что необходимо, так это план, согласно которому волны могут течь либо непрерывно, либо так близко друг к другу, что они могут поддаваться настройке. Доктор Венельт, сделав экстраординарное открытие, может, по всей вероятности, создать недостающее устройство в виде своего прерывателя, который размыкает электрическую цепь до двух тысяч раз в секунду. Средством для достижения этой удивительной производительности является сама простота (рис. 74). В банку, *a*, содержащую раствор серной кислоты, погружены два электрода; один из них представляет собой свинцовую пластину с большой поверхностью, *b*; другой представляет собой небольшую платиновую проволоку, которая выступает из стеклянной трубки, *d*. Ток, проходящий через элемент между двумя металлами при *c*, прерывается, в обычных случаях пятьсот раз в секунду, а в крайних случаях в четыре раза чаще, пузырьками газа, моментально выделяющимися из проволоки.

СНОСКИ:

[3] “История беспроводного телеграфа” Дж. Дж. Фейхи. Эдинбург и Лондон, William Blackwood & Sons; Нью-Йорк, Dodd, Mead & Co., 1899. Эта работа полна интересных деталей, хорошо иллюстрирована.

[4] Ценность беспроводного телеграфа в связи с бедствиями на море была замечательным образом доказана вчера утром. В то время как Ла-Манш был окутан густым туманом, который держался большую часть ночи, маяк “Ист Гудвин” едва не затонул у причала, столкнувшись с пароходом “*Р. Ф. Мэтьюз*”, брутто-грузом 1964 тонны, из Лондона, направлявшимся из Темзы в другую сторону. Маяк “Ист Гудвин” - одно из четырех таких судов, отмечающих Гудвинские пески, и, что достаточно любопытно, это единственное судно, оснащенное установкой беспроволочного телеграфирования синьора Маркони. Судно было пришвартовано примерно в двенадцати милях к северо-востоку от маяка Саут-Форленд (где находится еще одна установка беспроволочного телеграфирования), и оно находится примерно в десяти милях от берега, находясь прямо напротив Сделки. Информация о столкновении была немедленно передана по беспроволочному телеграфу с поврежденного маяка на маяк Саут-Форленд, где мистер Баллок, помощник синьора Маркони, получил следующее сообщение: “С нами только что столкнулся пароход *R. F. Matthews* из Лондона. Пароход стоит рядом с нами. Наша носовая часть очень сильно повреждена”. Мистер Баллок немедленно передал эту информацию властям Тринити-Хаус в Рамсгейте. *Таймс*, 29 апреля 1899г.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО, ЧТО ОЗНАЧАЕТ ОВЛАДЕНИЕ ИМ: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВА

Наверх

Джордж Айлс

[Из книги “Пламя, электричество и камера”, авторские права принадлежат Doubleday, Page & Co., Нью-Йорк.]

С овладением электричеством человек впервые обретает подлинное господство над природой. Когда мы слышим жужжание динамо-машины или слушаем телефонные разговоры, когда мы нажимаем кнопку лампы накаливания или путешествуем в электромобиле, мы являемся участниками революции, более быстрой и глубокой, чем когда-либо прежде, совершавшейся на земле. До девятнадцатого века огонь по праву считался самым полезным и разносторонним слугой человека. Сегодня электричество делает все, что когда-либо делал огонь, и делает это лучше, в то время как оно выполняет бесчисленные задачи, находящиеся далеко за пределами досягаемости пламени, каким бы изобретательным оно ни было применено. Таким образом, мы можем наблюдать на наших глазах точно такой же импульс к развитию человеческого разума и могущества, как тогда, когда огонь был впервые подчинен целям человека, с тем огромным преимуществом, что, в то время как подчинение огня потребовало веков утомительных и неуверенных экспериментов, овладение электричеством по большей части является надежной работой девятнадцатого века и, по правде говоря, в значительной степени последних трех десятилетий. Триумфы электрика представляют всепоглощающий интерес сами по себе, они имеют более высокое значение для изучающего человека как существо, которое постепенно стало тем, кто оно есть. Проследивая новые горизонты, завоеванные наукой и искусством в области электричества, луч света падает на длинные и извилистые пути, по которым человек достиг своего превосходства задолго до того, как драма человеческой жизни была описана в хрониках или воспета.

Из успехов, достигнутых человечеством на его пути к вершине земной жизни, есть только четыре, достойных упоминания как подготавливающие путь к победам электрика — достижение вертикального положения тела, намеренное разжигание огня, превращение эмоциональных криков в членораздельную речь и изобретение письменных символов для обозначения речи. Когда мы рассмотрим электричество в его плодах, мы обнаружим, что оно несет на себе неизменный отпечаток любого другого решающего фактора развития человечества: его освоение является не просто дополнением к ресурсам расы, но их умножением. Это не тот случай, когда исследователь открывает неизвестное до сих пор растение, такое как индийская кукуруза, которая занимает свое место рядом с рисом и пшеницей в качестве нового продукта питания, и таким образом оценивает услугу, которая на этом заканчивается. Это также не похоже на то, когда старатель натывается на новый металл, такой как никель, с единственным результатом увеличения разнообразия материалов, из которых кузнец может изготовить молот или лезвие. Почти бесконечно выше польза, приносимая, когда энергия в ее наиболее полезной фазе впервые подчиняется воле человека, с зарождающимся знанием ее недоступных возможностей. Он сразу же начинает объединять ресурсы механика и химика, инженера и художника, давая результат, подтвержденный всей его собственной плодотворностью, в то время как его лучи раскрывают провинцию за провинцией, о которых до его появления и не мечтали, да и вообще не существовало.

Любой другой первобытный дар человека поднимается на новую высоту по приказу электрика. Вся ловкость и мастерство, которые стали результатом вертикального положения при создании человеческой руки, были доведены до новых пределов и получили более широкий диапазон благодаря электрическому искусству. Между использованием пламени и электричества возникли союзы, которые создали новое богатство для шахтера и металлурга, производителя и капитана корабля, а также новые идеи для человека, занимающегося исследованиями. Членораздельная речь, передаваемая электрическими волнами, становится слышной на половине Америки, а слова, сведенные к символам символов — выраженным в отверстиях на

полоске бумаги, летят по телеграфному проводу с двадцатикратной скоростью речи. Поскольку последний скачок в знаниях и способностях был достигнут электриком, он расширил научный кругозор гораздо больше, чем любой исследователь, работавший до него. Превосходя любого своего предшественника, он начал с лучшего оборудования и большего капитала, чтобы доказать прибыльность, которая всегда сопутствует эксплуатации высшего агента открытий.

Когда мы проследим некоторые из бесконечных переплетений электротехнической науки и искусства с другими науками и искусствами и изучим их взаимно стимулирующие эффекты, нам напомнят о серии перестановок, в которых последний из факторов, именно потому, что последний, умножает все предшествующие факторы в беспрецедентной степени.^[5] Мы найдем основания полагать, что это не просто наводящая на размышления аналогия, а действительно верная тенденция, не только в отношении достижений человека благодаря завоеванию электричества, но также и в отношении любой другой знаменательной победы, которая привела его к нынешней вершине проницательности и правления. Если этот перестановочный принцип в прежних достижениях оставался незамеченным, он ясно проявляется в том новейшем развитии мастерства и интерпретации, которое было начато Франклином и Вольтой, Фарадеем и Генри.

Хотя открытие фотографии имеет гораздо меньшее значение, чем триумфы электрика, оно занимает второе место по значимости среди научных достижений девятнадцатого века. Камера представляет собой искусственный глаз, обладающий почти всеми возможностями человеческой сетчатки и многими из тех, которые лишены зрения, однако изобретательно усилены производителем линз. Краткий очерк истории фотографии покажет параллель с перестановочным импульсом, столь заметным в развитии электричества. В тех моментах, когда электрик и фотограф сотрудничают, мы отметим достижения, которые могут быть вызваны только самыми возвышенными первобытными силами.

Краткий рассказ о том, что электричество и его необходимый предшественник, огонь, сделали и обещают сделать для цивилизации, может иметь привлекательность сам по себе; так же, как и обзор, хотя и самый беглый, работы камеры и всего, что к ней привело: области здесь столь же широки, как искусство и наука, и их границы охватывают почти всю полноту человеческих подвигов. И между строк этой истории мы можем прочесть другую, которая, возможно, расскажет нам кое-что о самых ранних спотыканиях на заре развития человеческих способностей. Когда мы сравниваем человека и его ближайших родственников, мы обнаруживаем между ними огромную пропасть, несомненно, самую широкую среди любых родственных семей в природе. Могло ли существо с интеллектом, совестью и устремлениями произойти в какое-либо время, каким бы отдаленным оно ни было, от того же происхождения, что оранг и шимпанзе? С 1859 года, когда Дарвин опубликовал свое “Происхождение видов”, теория эволюции стала настолько общепринятой, что сегодня она подвергается немногим большим нападкам, чем учение о гравитации. И все же, в то время как средний разумный человек склоняется перед формулой, согласно которой все, что сейчас существует, произошло из простейшего мыслимого положения вещей, — вселенской туманности, если хотите, — в своей тайной душе он делает одно исключение - из себя. То, что в мире гораздо больше согласия, чем убежденности, - это упрек, который может звучать столь же справедливо как со стола учителя, так и с кафедры проповедника. Теперь, если мы только уловим смысл овладения человеком электричеством, у нас появится свет на его более ранние шаги как разжигателя огня и как гравировщика изображений и символов на кости и камне. По мере того как мы, таким

образом, отступаем от цивилизации к первобытной дикости, процесс создания человека может стать настолько ясным, что аргументы Дарвина будут восприняты с убеждением, а не с молчаливым отвращением.

По мере того, как мы будем вспоминать одну за другой важнейшие главы в истории огня и изобразительного искусства, предшествовавшего фотоаппарату, мы постигнем истину высокой значимости. Мы увидим, что, хотя каждая новая способность уходит своими корнями глубоко в старые силы, и хотя ее рост, возможно, продолжался век за веком, все же ее расцвет может быть подобен событию одного утра. Подобно тому, как наши сады демонстрируют нам столетние растения, которые, как когда-то предполагалось, будут цвести только по истечении ста лет, так и история в целом демонстрирует открытия, плоды которых собираются только по прошествии эонов, а не лет. Искусство обращения с огнем постепенно совершенствовалось, пока человек не создал тигель и перегонный куб, с помощью которых его труды увенчались очищением металлов в кислотах, гораздо более агрессивных, чем растительные, в стекле и фарфоре, одинаково устойчивых к пламени и электрическим волнам. Вольт объединил их за час, чтобы построить свою камеру, и в этот час началась новая эра человеческих способностей и проницательности.

Обычно считается, что прогресс человечества шел достаточно равномерными темпами. Наш обзор этого прогресса покажет, что кое-где в его ходе были скачки, поскольку под власть человека были поставлены радикально новые силы. Мы, сторонники электрической революции, резко отличаемся от наших прадедов, которые смотрели на камеру Вольты как на любопытную игрушку. Они, в свою очередь, сильно отличались от людей семнадцатого века, которые так и не узнали, что пламя может превзойти лошадь в качестве носильщика и молот пшеницу лучше, чем мельница, приводимая в движение ветром. И ничто иное, как пропасть, лежит между этими людьми и их далекими предками, которые не нашли способа согреть свои замерзшие пальцы или продлить короткие, темные зимние дни с помощью лампы или свечи.

На страницах этой книги будет рассказано о победах, одержанных разводчиками огня, электриками, фотографами и многими другими в области экспериментов и исследований. В основе эскиза будет лежать значительный контраст между приобщением к второстепенному и высшему достоинству. Нахождение нового дерева, такого как тис, означает более совершенные луки для лучника, более прочные рукояти для изготовителя инструментов; подчинение универсальной силе, такой как огонь или электричество, означает возвышение власти в любой области труда, создание новой земли для рабочего, новых небес для мыслителя. В качестве следствия мы заметим, что увеличивающаяся ширина разрыва отделяет последовательные стадии человеческого прогресса друг от друга, так что его последний шаг намного длиннее и решительнее. И далее будет очевидно, что, хотя каждая новая способность имеет давнее происхождение от более старых сил и древних способностей, она, тем не менее, как бы мгновенно зарождается и создает напряжение, вероятно, фатальной тяжести, для тех участников, которые хоть немного упускают новый дар. Следовательно, мы обнаружим, что принцип перестановки, здесь просто обозначенный, в значительной степени объясняет три кардинальных факта в истории человека: во-первых, его скачки вперед; во-вторых, постоянное ускорение этих скачков; и в-третьих, пробел в истории племен, которые в безграничном прошлом уступали, когда в борьбу вступали силы нового уровня и размаха.^[6]

Переплетение искусств огня и электричества является интимным и всепроникающим. Хотя многие виды использования пламени восходят к заре человеческого мастерства, за последние сто лет многие другие приобрели новую и более высокую ценность. Огонь сегодня дает движущую силу, в десять раз превосходящую экономию столетней давности, и полученная таким образом движущая сила является основным источником современных электрических токов. В металлургии уже давно шла невольная подготовка к появлению электрика, и здесь пожарные службы в девятнадцатом веке одержали триумфальные победы, от которых в значительной степени зависят более поздние успехи электричества. В производстве сплавов и в исключительном использовании тепла для его собственного отвода за последние десятилетия или два были зарегистрированы новые и радикальные разработки. Они также облегчают и повышают смелость электриков. Таким образом, в первых главах этой книги мы рассмотрим основные виды использования огня в том виде, в каком они были раскрыты и применены. Этот взгляд прояснит, как огонь и электричество дополняют друг друга новыми и замечательными достижениями, в то время как в других областях, не менее важных, электричество является не чем иным, как заменителем той самой силы, которая сделала возможным его собственное открытие и впечатление.

[Далее следуют главы, в которых описываются основные области применения пламени и электричества.]

Давайте сравним электричество с его предшественником, огнем, и мы поймем революцию, благодаря которой огонь теперь во многих задачах вытеснен электрическим импульсом, который в то же время создает для себя тысячи полей, недоступных пламени. Медь является отличным теплопроводником, и все же она передает тепло почти бесконечно медленнее, чем электричество. Один конец толстого медного стержня длиной десять футов можно безопасно держать в руке, пока другой конец нагревается до красноты, однако одна миллионная часть той же энергии, если она выражена в форме электричества, пройдет через стержень за одну 100,000,000-ю долю секунды. Сравните далее электричество со светом, часто сопутствующим теплу. Свет распространяется только по прямым линиям; электричество может огибать каждый дюйм на протяжении многих миль и, что не хуже, в конце своего пути давать яркий луч. Таким образом, косвенно электричество позволяет нам проводить либо тепло, либо свет, как если бы и то, и другое было гибкими пучками лучей и подвергалось лишь наименьшим воздействиям при их перемещении.

Мы обратили внимание на такие методы, как электросварка, которые создают сильный жар без использования огня, и мы обратили внимание на электрические лампы, которые светят только потому, что горение невозможно из-за жесткого исключения доступа воздуха. Затем на мгновение мы остановились, чтобы взглянуть на ванны для нанесения покрытий, которые превратились в непререкаемое соперничество с пламенем плавильной печи, с пламенем, которое с незапамятных времен наполняло ковш литейщика. Таким образом, методы, которые начались с отвода пламени, смело заканчиваются отказом от самого тепла. Но, можно сказать, что это узурпирующее электричество обычно находит свой источник, в конце концов, в сгорании в паровом котле. Верно, но обратите внимание на освоение Ниагары, порогов Лашин близ Монреаля, тысяч других ручьев. В ближайшем будущем движущая сила, дарованная Природой, будет расходоваться все меньше и меньше, и волей-неволей тепло будет все больше и больше исключаться из цепочки превращений, происходящих в полете локомотива, в круговороте фабрик и мельниц. Таким образом, в какой-то степени рассеивается страх, никогда

не имевший под собой веских оснований, что, когда истощатся угольные месторождения земного шара, цивилизация рухнет. Когда электрик слышит это дурное предчувствие, он вспоминает, сколько топлива тратится впустую на преобразование тепла в электричество. Он смотрит дальше турбины или вала, вращаемого ветром или приливом, и, вспоминая, что металл, растворенный в его батарее, отдает по его желанию всю свою энергию в виде тепла или электричества, он спрашивает, почему нельзя заставить уголь или лесное дерево, которые являются всего лишь другими видами топлива, делать то же самое?

Одним из первых применений света было средство передачи разведданных, и по сей день сигнальная лампа и красный костер моряка так же полезны, как и в старину. Но насколько шире область применения электричества, поскольку оно создает телеграф и телефон! В телеграфе мы имеем все, чем мог бы быть световой карандаш, будь он длинным, как экваториальный пояс, и гибким, как шелковая нить. По телефону на расстоянии почти двух тысяч миль пульсации голоса говорящего не только слышны, но и сохраняют свои характерные тона.

В области механики электричество определенно предпочтительнее любого другого агента. Тепло может быть преобразовано в движущую силу подходящим двигателем, но на этом его адаптивность заканчивается. Электрический ток приводит в движение не только двигатель, но и каждый станок и инструмент, прикрепленный к двигателю, выполняя в целом задачи утонченной сложности, новые для промышленного искусства. На электрической железной дороге идентичный ток приводит в движение поезд, направляет его по телеграфу, управляет его сигналами, обеспечивает его светом и теплом, в то время как поезд готов поддерживать постоянную словесную связь с любой станцией на линии, если это будет необходимо.

В домашних условиях электричество обладает такой же универсальностью, одновременно способствуя оздоровлению, утонченности и безопасности. Его крошечная кнопка выталкивает опасную спичку, зажигая лампу, которая не выделяет вредных паров. Электрический вентилятор приносит в дом свежий воздух — летом в виде легкого ветерка. Простые телефоны, довольно эффективные из-за нескольких ярдов провода, обеспечивают лучшую, потому что более гибкую связь, чем переговорные трубки. Немногие инвалиды слишком слабы, чтобы шептаться в легкое переносное металлическое ухо. Швейные машины и более сложное оборудование кухни и прачечной переносят свои требования с ослабевающих человеческих мышц на неутомимые сухожилия электродвигателей, которые не требуют никакой платы, оставаясь без работы. Аналогичные двигатели уже пользуются спросом в лифтах высотных жилых домов в городах. Если домовладелец боится взломщиков, электрик предлагает ему бессонного сторожа под видом автоматической сигнализации; если он боится пожара, пусть повесит на стенах множество термометров, которые при самом начале пожара ударят в гонг в штаб-квартире. Но это, в конце концов, вопросы второстепенной важности по сравнению с фундаментом, на котором может быть возведен не новый механизм, а новая наука или новое искусство.

В недавнем стремительном завоевании территории, одинаково открытой для химика и электрика, где каждый продвигается быстрее в компании другого, мы получили новое подтверждение старой истины — границы, отделяющие одну область науки от другой, являются чисто искусственными, установлены лишь для временного удобства. Химику стоит только копнуть достаточно глубоко, чтобы обнаружить, что физик и он сам находятся на общей почве. “Исследуйте от поверхности вашей сферы до ее сердца, и сразу же ваш радиус соединится со

всеми остальными”. Даже при самом беглом взгляде на электрохимию следует остановиться, чтобы признать ее глубокий долг перед новыми теориями о связывании атомов с образованием молекул и о неразрывности между растворением и электрической диссоциацией. Как бы сильно ни были изменены эти гипотезы по мере того, как проливается больше света на геометрию и перемещения молекулы, на данный момент они зарекомендовали себя как ценные идеи для поиска. Эти рассуждения химика волей-неволей переносят его во времена его детства. Затем, соединяя черные и белые кубики, он обнаружил, что может строить кубы самых разных форм. Именно предложив теорию молекулярной архитектуры, Кекуле дал толчок обширной и растущей отрасли химической промышленности — синтетическому производству красителей и родственных соединений.

Такие теории были придуманы в ходе чистого исследования, на путях, не направленных к рынку. Давайте рассмотрим электричество как вспомогательное средство для исследования, проводимого ради него самого. Главное физическое обобщение нашего времени и всех времен - постоянство силы - стало очевидным только на заре электрического искусства. Когда было замечено, что электричество может превращаться в тепло, свет, химическое воздействие или механическое движение, что, в свою очередь, любое из них может производить электричество, сразу же было указано, что все эти фазы энергии могут отличаться друг от друга только как движения по кругам, волнтам и спиральям обычного механизма. Предположение подтвердилось, когда электрические измерители были усовершенствованы до предельной точности, и был обнаружен единичный квант энергии, очень похожий на Протея в своих маскировках, но под этими маскировками не было ничего, кроме самого постоянства.

“Есть то, что рассеивается и все же приумножается; и есть то, что удерживает больше, чем нужно, но ведет к бедности”. Поскольку геометры древности терпеливо исследовали свойства треугольника, круга и эллипса просто из чистой любви к истине, они заложили краеугольные камни для искусства архитектора, инженера и мореплавателя. Подобным же образом это была бескорыстная исследовательская работа, проведенная Ампером, Фарадеем, Генри и их коллегами по установлению законов электричества, которые сделали возможными телеграф, телефон, динамо-машину и электрическую печь. Жизненно важные отношения между чистыми исследованиями и экономической выгодой, наконец, прояснились. Совершенно очевидно, что человек, способный открывать законы материи и энергии, делает для себя подобных несравненно больше, чем если бы он отнес свои таланты на монетный двор для конвертации в монеты. Путешествие Колумба, возможно, не сразу принесет столько плодов, сколько открытия старателя, но в долгосрочной перспективе Колумб делает возможным обнаружение многих месторождений, которые без него ни один старатель никогда бы не увидел. Поэтому пусть зерно знания будет посеяно, а не съедено. Но при выборе между одним исследованием и другим невозможно предсказать, какое из них принесет более богатые плоды; например, все попытки до сих пор экономично окислять углерод для производства электроэнергии потерпели неудачу, однако в наблюдениях, которые поначалу казались столь же бесплодными, содержались намеки, которым мы обязаны лампе накаливания и беспроводному телеграфу.

Возможно, наиболее многообещающей областью электрических исследований является область разрядов при высоких давлениях; здесь ведущими американскими исследователями являются профессор Джон Тробридж и профессор Элиу Томсон. Используя напряжение, оцениваемое в полтора миллиона вольт, профессор Тробридж вызвал вспышки молний длиной шесть футов в атмосферном воздухе; в трубе, разряженной до одной седьмой атмосферного

давления, вспышки распространялись на сорок футов. Согласно этому исследователю, известное разрушение деревьев молнией происходит из-за сильного нагрева, мгновенно выделяемого электрической искрой; внезапное расширение воздуха или пара в полостях древесины вызывает взрыв. Эксперименты профессора Томсона ставят его перед некоторыми кажущимися противоречиями, которые всегда подстерегают исследователя новой научной территории. В атмосфере электрический разряд усиливается, когда металлическая клемма (например, громоотвод) имеет форму точки; в масле форма точки наименее благоприятна для разряда. В рамках того же парадокса наблюдается, что изолирующий эффект масла неуклонно улучшается по мере того, как повышается электрическое давление, необходимое для его поддержания; в случае с воздухом в качестве изолятора происходит обратное. Эти и множество подобных головоломок, без сомнения, будут разрешены по мере того, как студенты двадцатого века перейдут от сумерек аномалии к солнечному свету установленного закона.

“Прежде чем появится прикладная наука, должна быть наука для применения”, и именно позволяя исследователю познать природу в новом аспекте, электричество достигает своего наивысшего уровня. Рутинная лабораторная работа по определению проводимости, поляризуемости и других электрических свойств материи - скучная и кропотливая работа, но она открывает перед студентом новые окна, через которые можно взглянуть на архитектуру материи. Эта архитектура, по мере того как она поднимается на его взгляд, раскрывает один закон структуры за другим; то, что на первый и затуманенный взгляд казалось аномалией, теперь разрешено и примирено; порядок проявляет себя там, где когда-то была только анархия. Когда исследователю теперь требуется вещество с особыми свойствами, он знает, где его найти, или имеет подсказку для его создания — создания, возможно, нового в истории мира. Когда он думает о богатстве свойств, которыми обладает его запас сплавов, солей, кислот, щелочей, ему приходят в голову новые способы их применения. Более того, новая организация исследования возможна с помощью инструментов, созданных для него электриком, благодаря достижениям в методике, которые эти инструменты реализуют. Со второй и более интимной точки зрения возникает новая тригонометрия частицы, тригонометрия, немыслимая в доэлектрические времена. Следовательно, происходит процесс окружения, который в начале двадцатого века может пройти полный круг, делая атом и молекулу такими же послушными химику, как кирпич и камень сейчас строителю.

Исследователь в лаборатории и коммерческий эксплуататор его открытий поочередно были заемщиком и кредитором, к огромной выгоде обоих. Какую лейденскую банку можно было бы когда-либо сконструировать такого размера и показательной мощности, как атлантический кабель? А сколько усовершенствований в измерениях, очистке металлов, точности в производстве было вызвано колоссальными инвестициями только в глубоководную телеграфию! Когда ток, подводимый к океанскому кабелю, например, между Брестом и Нью-Йорком, может выбирать для своего прохождения либо 3540 миль медной проволоки, либо четверть дюйма гуттаперчи, возникает опасная возможность выхода в море, если сила тока не подобрана должным образом, а изолятор изготовлен и уложен с наилучшим знанием дела и с самой добросовестной тщательностью. В ходе постоянных испытаний, необходимых при прокладке первых кабелей, лорд Кельвин (в то время профессор Уильям Томсон) почувствовал потребность в более совершенных и чувствительных гальванометрах или измерителях тока. Его огромное мастерство математика и механика создало существующие инструменты, которые, кажется, не поддаются усовершенствованию. Они служат не только в торговле и производстве, но и в продвижении строго научной работы лаборатории. Теперь, когда электричество очищает

медь так, как не может огонь, математик может решать свои проблемы передачи на большие расстояния, тяги, проектирования машин с экономией и уверенностью, невозможными, когда его материалы были не просто загрязнены, но загрязнены в различной и неопределенной степени. Завод и мастерская первоначально забрали свои магнитоаппараты из экспериментальной лаборатории; они вернули их переделанными до неузнаваемости в виде динамо-машин и двигателей почти идеальной эффективности.

Гальванометр, приводимый в действие термоэлектрической батареей, представляет собой наиболее чувствительное средство обнаружения изменений температуры; следовательно, электричество позволяет физику изучать тепловые явления с новой легкостью и точностью. Именно таким образом профессор Тиндаль провел классические исследования, изложенные в его книге “Тепло как способ движения”, установив исключительную способность поглощать земное тепло, которая заставляет водные пары атмосферы действовать как незаменимое покрывало для земли.

И насколько сильно электричество, будь то в мастерской или лаборатории, расширило наши представления о силах, приводящих в движение пространство, о веществах, кажущихся такими простыми, которые нас окружают, — веществах, которые поднимают вопросы структуры и поведения, заставляющие замолчать самого проникательного исследователя. “Вы спрашиваете меня, - сказал великий физик, - есть ли у меня теория вселенной? Да у меня даже нет теории *магнетизма*!

Общепринятая фраза “проведение тока” в настоящее время понимается как простая фигура речи; считается, что провод мало что делает, кроме как задает направление электрической энергии. Доказано, что пульсации высокого напряжения распространяются в основном поверхностно, так что они лучше всего передаются (или конвоируются) проводниками трубчатой формы. И что же движется, когда мы говорим о проводимости? Теперь это кажется молекулой атомной химии, а вскоре и тем же эфиром, который колеблется от света или лучистого тепла. Действительно, завоевание электричества так много значит, потому что оно заставляет молекулу и эфир служить ему в качестве средств коммуникации. Вместо старых металлических масс или полос кожи, которые жестко перемещались на сравнительно короткие расстояния, сегодня используется средство, которое может преодолевать 186 400 миль в секунду и с сопротивлением, самым незначительным по сравнению с сопротивлением механического трения.

И что такое трение в конечном счете, как не создание движения в нежелательных формах, позволяющего ценной энергии выполнять бесполезную работу? В этом удивительном случае передачи на большие расстояния, обычном солнечном свете, солнечный луч достигает земли от солнца, ничуть не ослабевая при своем пробеге в 92 000 000 миль. Весьма вероятно, что мы окружены подобными случаями полного отсутствия трения в явлениях как физики, так и химии, и что искусство будет все ближе и ближе подходить к природе в этом отношении, неприкосновенность гарантирована, когда мы увидим, сколько шагов в этом направлении уже сделано инженером-электриком. На предыдущей странице был дан краткий отчет о теории, согласно которой газы и пары находятся в непрерывном движении. Это движение не уменьшается из-за трения, и, следовательно, мы можем заключить, что рассматриваемые молекулы идеально эластичны. Среди физиков набирает силу мнение, что все свойства материи, прозрачность, химическая сочетаемость и прочее, обусловлены имманентным

движением по определенным орбитам с различными скоростями. Если это установлено, то эти движения также не испытывают трения и продолжаются без сопротивления вечно.

По мере того, как исследователи в авангарде науки обсуждают строение материи и строят более или менее плодотворные гипотезы относительно взаимодействия ее сил, растет вера в то, что близок день, когда связь между электричеством и гравитацией будет раскрыта - когда причина, по которой материя имеет вес, перестанет озадачивать мыслителя. Кто может сказать, какое облегчение состояния человека может быть связано со способностью преобразовывать любую фазу энергии в любую другую без окольных методов и серьезных потерь, характерных для наших дней! В сфере экономического прогресса одним из величайших достижений стало изобретение денег, обеспечивающих средство обмена любой товарной вещи, на которое можно купить любую покупаемую вещь. Как только раковина, или шкура, или кусок металла были признаны универсально конвертируемыми, всем задержкам и скидкам при бартере пришел конец. В мире физики и химии соответствующим средством является электричество; если его производить так же легко, как оно производит другие виды движения, и человеческое искусство сделает шаг вперед, например, когда Вольта расположил свои цинковый и серебряный диски вместе или когда Фарадей установил магнит, вращающийся вокруг медной проволоки.

Несмотря на то, что электрический ток пока производится не так экономично, как следовало бы, мы поступаем неправильно, если рассматриваем его как зарождающуюся силу. Как бы много новых знаний ни было связано с электричеством в лаборатории, на заводе или на бирже, часть его наилучшей работы уже проделана. Вряд ли когда-либо удастся совершить больший подвиг, чем поместить все человечество на расстоянии слышимости друг от друга. Если бы не было электричества, в Соединенных Штатах не могло бы быть демократического правительства. Сегодня драма национальных дел находится в более непосредственном поле зрения каждого американского гражданина, чем столетие назад государственные дела Делавэра могли быть для жителей этого маленького штата. И когда на более широкой арене международной политики возникают недоразумения, давайте обратим внимание на то, как телеграф изменил жесткие правила дипломатии старых времен. Сегодня через колонки прессы спорные факты мгновенно публикуются по всему миру и, таким образом, так быстро вызывают авторитетные комментарии, что это создает серьезную нагрузку для участников переговоров, в традициях которых соблюдать секретность и не торопиться.

Железные дороги, при всем их значении для цивилизации, не смогли бы развиваться без телеграфа, контролирующего их. А железные дороги и телеграф - это сухожилия и нервы национальной жизни, главные средства объединения разнообразных и широко разделенных штатов и территорий Союза. Бостонский купец строит хлопчатобумажную фабрику в Джорджии; нью-йоркский капиталист открывает медный рудник в Аризоне. Телеграф, который изо дня в день сообщает им, как процветают их инвестиции, сообщает праздным людям, где они могут найти работу, где работа может искать праздных людей. Чикаго превращен в пепел, Чарльстон разрушен землетрясением, Джонстаун затоплен наводнением, и мгновенно целый континент приходит им на помощь. И какие выгоды приносит строго коммерческое использование телеграфа! С его щелчком развиваются скорость локомотивов и пароходов для оказания помощи голодающим в любой точке земного шара. Во времена изобилия или нехватки рынка по всему миру объединяются и оказываются у дверей каждого человека. Не менее поразительна местная научная гильдия, тоже рожденная телеграфом. На следующий день после того, как

Рентген объявил о своих рентгеновских лучах, физики на всех континентах повторили его эксперименты - применили его открытие для исцеления раненых и больных. Пусть будет предложен антитоксин от дифтерии, чахотки или желтой лихорадки, и сотня исследователей со всего мира применят свое мастерство, чтобы подтвердить или опровергнуть, как если бы предположитель жил по соседству.

На сцене менее драматичной, или, скорее, совсем не драматичной, электричество работает одинаково хорошо. Его двигатель, освобождающий нас от зависимости от лошади, распространяет наши города на соседнюю страну. Поле и сад конкурируют с душными улицами. Солнечный коттедж активно конкурирует с одиозным многоквартирным домом. Установлено, что транспорт внутри мегаполиса по важности уступает только транспортным средствам, связывающим один город с другим. Инженер, наконец, заполняет пробел, который слишком долго существовал между лошадиной тягой и паровой. С точки зрения скорости, чистоты и комфорта такое электрическое метро, как в Южном Лондоне, не оставляет желать лучшего. По всей Америке электрические дороги, поначалу пригородные, теперь быстро соединяют город с городом и от города к городу, в то время как, являясь вспомогательными для паровых железных дорог, они выводят малонаселенные сообщества на мировые артерии и создают готовый рынок для молочников и производителей фруктов. В процессе экономии того, что мистер Оскар Т. Кросби назвал "человеко-часами", система третьего рельсового пути начинает вытеснять пар в качестве движущей силы из магистральных линий. Уже сейчас проникательные менеджеры железных дорог предоставляют партнерские отношения электрикам, которые в противном случае могли бы посягнуть на их дивиденды. Услуга, поначалу предназначенная только для пассажиров, теперь распространилась на перевозку писем и посылок и начинает распространяться на обычные грузовые перевозки. Возможно, вскоре мы увидим, как призыв фермеров к хорошим дорогам удовлетворяется хорошими линиями электропередач, которые доставят его урожай на рынок гораздо дешевле и быстрее, чем когда-либо доставляли лошади и щебень. В городах количество электромобилей и фургонів неуклонно растет, способствуя тишине и чистоте, привносимым троллейбусами.

Было сказано несколько слов о благах, которые электричество сулит сельским жителям, но еще больше тех благ, которые оно готово даровать населенным пунктам. Еще несколько десятилетий назад водоснабжение городов было делом не муниципальных, а индивидуальных предприятий; вода бралась в значительной степени из колодцев тут и там, из трубопроводов, проложенных в привилегированных населенных пунктах, и ее всегда было недостаточно. Многие эпидемии брюшного тифа были вызваны загрязнением источника из выгребной ямы, расположенной в нескольких ярдах от дома. Сегодня такие запасы, как в Нью-Йорке, в изобилии и дешевы, потому что входят в каждый дом. Предоставьте централизованной службе электроснабжения подобную привилегию, и она будет предлагать ток, представляющий собой тепло, свет, химическую энергию или движущую силу, и все это за более низкую заработную плату, чем у любого другого служащего. Таким образом, инженер-электрик, сам того не желая, становится выдающимся политическим реформатором, поскольку он придает новое значение способностям и справедливости в мэрии. Его единственное условие заключается в том, что электричество должно контролироваться одновременно компетентно и честно. Будем надеяться, что его просьба, присоединенная к другим столь же веским, может пробудить дух гражданской справедливости, чтобы некоторые из самых богатых плодов, когда-либо

приносимых в сад науки и искусства, не были принесены напрасно. Пламя, старинный слуга, индивидуально; электричество, его преемник и наследница, коллективно. Пламя горит в очаге и объединяет семью; электричество, поступающее из общественного источника, может объединить в единое целое все семьи огромного города, потому что это превращает благо каждого в интерес всех.

Но не каждое обещание, данное от имени электрика, имеет его согласие или санкцию. Электричество так много сделало, и так много еще вполне осуществимо, что отражение его триумфов озолотило многие беспочвенные мечты. Один из них заключается в том, что дешевый электродвигатель, питаемый дома, разрушит заводскую систему и вернет отечественное производство прежних времен. Но если бы эта энергия вообще ничего не стоила, то дар оставил бы фабрику без ущерба; ибо мы должны помнить, что стоимость энергии неуклонно снижается из года в год, так что во многих отраслях промышленности она занимает лишь незначительное место среди производственных затрат. Сила и прибыльность заводской системы заключаются в сборке широкого спектра машин, при этом первая доставляет свой продукт второй для очередного этапа доработки и так далее, пока готовое изделие не отправляется в складское помещение. Именно это мельчайшее разделение труда, а также экономия и эффективность, которые присущи бизнесу, ведущемуся в огромных масштабах под руководством одного менеджера, заставляют нас поверить, что фабрика никуда не делась. Конечно, ткач, гончар или точильщик линз особого мастерства может преуспевать дома за своим ткацким станком или кругом; но такой человек далеко не типичен для современного производства. Кроме того, весьма сомнительно, что сетования по поводу домашней индустрии прошлого не игнорируют сопутствующие факторы зла, которые все еще присутствуют в домашней индустрии настоящего — например, в the sweater's den.

Этот быстрый обзор того, что сделало электричество и что еще может сделать — отбросив напрасные ожидания — показал, что оно создатель тысячи материальных ресурсов, совершенствующий ту коммуникацию вещей, силы, мысли, которая на каждой предыдущей стадии развития отмечала последовательный подъем человечества. Это имело большое значение, когда дикарь взваливал поклажу на лошадь или быка, а не на свою собственную спину; это было еще больше, когда он мог заставить сигнальную ракету передавать новости или предупреждение всей стране, вместо того чтобы ограничиваться сообщениями, которые можно было прочесть по его размахивающим рукам. Все, что современный инженер смог сделать с помощью пара для передвижения, поднято на более высокий уровень с появлением его новой энергии, в то время как передача электрической энергии на большие расстояния сокращает размеры планеты до масштабов, при которых ее водопады в дикой местности приводят в движение шпиндели и ткацкие станки фабричного городка или освещают магистрали городов. Помимо и превыше всех подобных услуг, электричество является краеугольным камнем физического обобщения, раскрывающим истины, недоступные никакому другому лучу.

Покорение огня многое сделало для того, чтобы дать человеку новую независимость от природы, могучее оружие против зла. Сокращая самые тяжелые и изматывающие формы труда, электричество, этот более тонкий вид огня, продвигает эту эмансипацию на долгий шаг вперед и, тем временем, дарует бедным много роскоши, которая еще недавно была исключительным достоянием богатых. Более тесно связывая благо пчелы с благополучием улья, она является воспитателем и подтвердителем всех социальных связей. Поскольку это предлагает новую помощь в войне с болью и болезнями, это укрепляет веру человека в Правильный Порядок и

Счастье, которые на протяжении стольких мрачных веков были скорее вопросом надежды, чем видения. Разве тогда у нас нет оснований считать электричество умножителем способностей и проницательности, средством облагораживания ума и души, не имеющим аналогов с тех пор, как человек впервые зажег огонь и возрадовался?

Мы проследили, как ловкость выросла до добывания огня, как добывание огня привело к подчинению электричества. Большая часть наиболее показательной работы с огнем может быть лучше выполнена его великим преемником, в то время как электричество выполняет многие задачи, доступные только ему самому. Невольная правда заключалась в простой басне о пленнике, который распустил паутинную пленку, которая вытянула нить, которая, в свою очередь, вытянула веревку — и свободу. Именно в 1800 году, на пороге девятнадцатого века, Вольта изобрел первую электрическую батарею. За сто лет высвободившаяся тогда сила жизненно переплелась с каждым искусством и наукой, принося плоды, которые не могут себе представить даже люди такого масштаба, как Уатт, Лавуазье или Гумбольдт. Сравните этот стремительный марш завоеваний с медленным приспособлением, из века в век, огня к приготовлению пищи, плавке, закалке. И все же отчасти, возможно, главным образом потому, что использование огня развило интеллект человека и развило его мастерство, он был готов в свое время так быстро овладеть электричеством и подчинить его себе.

Электричество столь же законно является порождением огня, как и огонь - простого умения, в котором один дикарь из десяти тысяч был богаче своих собратьев. Принцип перестановки, предложенный в обеих победах, объясняет не только то, как огромная империя завоевывается новым оружием высшего достоинства; он объясняет, почему управление такими империями происходит все ускоряющимися темпами. Каждый талант только прокладывает путь для более богатых талантов, которые рождаются благодаря ему.

СНОСКИ:

[5] Перестановки - это различные способы, с помощью которых две или более разных вещи могут быть расположены в ряд, при этом все вещи появляются в каждой строке. Перестановки легко проиллюстрировать квадратами или кубами разных цветов, цифрами или буквами.

Перестановок из двух элементов 1 и 2 (1×2) два; 1, 2; 2, 1; или А, Б; Б, а. Из трех элементов перестановки являются: ($1 \times 2 \times 3$) шесть; 1, 2, 3; 1, 3, 2; 2, 1, 3; 2, 3, 1; 3, 1, 2; 3, 2, 1; или А, Б, С; В, С, Б; Б, А, Ц; Б, С, в; С, А, Б; С, Б, а. Из четырех элементов перестановки являются: ($1 \times 2 \times 3 \times 4$) двадцать четыре; пять элементов, и сто двадцать, и так далее. Новый элемент или перестановщик умножает на возрастающее число все найденные им перестановки.

[6] Несколько лет назад я отправил краткое изложение этого аргумента Герберту Спенсеру, который ответил: “Я признаю новизну и ценность вашего вывода о том, что закон подразумевает увеличение ширины разрыва между низшими и высшими типами по мере продвижения эволюции”.

ГРАФ РУМФОРД ОТОЖДЕСТВЛЯЕТ ТЕПЛО С ДВИЖЕНИЕМ.

[Бенджамин Томпсон, получивший титул графа Румфорда от курфюрста Баварии, родился в Воберне, штат Массачусетс, в 1753 году. В возрасте тридцати одного года он поселился в Мюнхене, где посвятил свои замечательные способности государственной службе. Двенадцать лет спустя он переехал в Англию; в 1800 году он основал Лондонский королевский институт, с тех пор известный как театр трудов Дэви, Фарадея, Тиндала и Дьюара. Он завещал Гарвардскому университету фонд для присвоения профессорской должности в области применения науки к искусству жить: он учредил премию, присуждаемую Американской академией наук за наиболее важные открытия и усовершенствования, связанные с теплом и светом. В 1804 году он женился на вдове знаменитого химика Лавуазье; он умер в 1814 году. Граф Румфорд 25 января 1798 года прочитал в Королевском обществе доклад, озаглавленный “Исследование источника тепла, возбуждаемого трением”. Подробно описанные в нем эксперименты доказали, что тепло тождественно движению, в отличие от представления о том, что тепло - это материя. Таким образом, он заложил краеугольный камень современной теории о том, что тепло, свет, электричество, магнетизм, химическое действие и все другие формы энергии по своей сути являются движением, преобразуются друг в друга и как движение неразрушимы. Приведенный ниже отрывок из статьи графа Румфорда взят из книги профессора Джона Тиндалла “Тепло как способ движения”, опубликованной издательством D. Appleton & Co., Нью-Йорк. Эта работа и “Соотношение и сохранение сил” под редакцией доктора Э. Л. Юманса, опубликованная тем же издательством, послужат отличным введением в современную теорию о том, что энергия - это движение, которое, какими бы разнообразными ни были его формы, неизменно в своем количестве.]

Наблюдая за растачиванием пушек в мастерских военного арсенала в Мюнхене, граф Румфорд был поражен очень значительной степенью нагрева, которую медное ружье приобретает за короткое время при растачивании, и еще более сильным нагревом (намного большим, чем у кипящей воды) металлической стружки, отделяемой от нее сверлом, он задал себе следующие вопросы:

“Откуда берется тепло, фактически образующееся при вышеупомянутых механических операциях?

- Он состоит из металлической стружки, которая отделяется от металла?

Если бы это было так, то *теплоемкость* металлических деталей, превращенных таким образом в стружку, должна была бы не только измениться, но и изменение, претерпеваемое ими, должно быть достаточно большим, чтобы учесть все выделяемое тепло. Однако такого изменения не произошло, поскольку было обнаружено, что стружка обладает такой же прочностью, как и ломтики того же металла, разрезанные тонкой пилой, где удалось избежать нагрева.

Следовательно, очевидно, что выделяемое тепло никак не могло быть получено за счет скрытого тепла металлической стружки. Румфорд подробно описывает эти эксперименты, и они убедительны.

Затем он сконструировал цилиндр специально для выработки тепла за счет трения, прижимая тупое сверло к его твердому дну, в то время как цилиндр вращался вокруг своей оси лошадиной силой. Для измерения выделяемого тепла в цилиндре было просверлено небольшое круглое отверстие, в которое был вставлен небольшой ртутный термометр. Вес баллона составлял 113,13 килограмма авоирдупуа.

Сверло представляло собой плоский кусок закаленной стали толщиной 0,63 дюйма, длиной четыре дюйма и шириной почти такой же, как отверстие цилиндра, а именно три с половиной дюйма. Площадь поверхности, по которой его конец соприкасался с дном отверстия, составляла почти два с половиной дюйма. В начале эксперимента температура воздуха в тени, а также в цилиндре составляла 60° по Фаренгейту. По истечении тридцати минут, после того как цилиндр совершил 960 оборотов вокруг своей оси, температура составила 130°.

Убрав сверло, он теперь удалил металлическую пыль, или, скорее, чешуйки, которые были отделены от дна цилиндра тупым стальным сверлом, и обнаружил, что его вес составляет 837 троянских зерен. “Возможно ли, — восклицает он, - что очень значительное количество тепла, произведенного в этом эксперименте, — количество, которое фактически повысило температуру более чем 113 фунтов оружейного металла по крайней мере на 70 ° по Фаренгейту на термометре, - могло быть выделено таким незначительным количеством металлической пыли, и это просто в результате *изменения* ее теплоемкости?”

“Но, не настаивая на невероятности этого предположения, мы должны только вспомнить, что по результатам реальных и решающих экспериментов, проведенных специально для установления этого факта, теплоемкость металла, из которого отливаются большие пушки, *существенно не изменяется* при измельчении до формы металлической стружки, и, по-видимому, нет никаких оснований полагать, что она может быть сильно изменена, если ее вообще можно изменить, при измельчении до гораздо меньших размеров менее острым сверлом ”.

Затем он окружил свой цилиндр продолговатой коробкой для пиломатериалов таким образом, чтобы цилиндр мог стать водонепроницаемым в центре коробки, в то время как сверло было прижато ко дну цилиндра. Ящик наполнялся водой до тех пор, пока не покрывался весь цилиндр, а затем устройство приводилось в действие. Температура воды при запуске составляла 60°.

“Результат этого прекрасного эксперимента, ” пишет Румфорд, - был очень поразительным, и удовольствие, которое он мне доставил, с лихвой вознаградило меня за все те хлопоты, которые я затратил на изобретение и настройку сложного механизма, использованного при его изготовлении. Цилиндр находился в движении совсем недолго, когда я почувствовал, опустив руку в воду и прикоснувшись к внешней стороне цилиндра, что выделяется тепло.

“По истечении часа температура жидкости, которая весила 18,77 фунта, или два с половиной галлона, повысилась на сорок семь градусов и теперь составляет 107 °.

“Еще через тридцать минут, или через час и тридцать минут после приведения оборудования в движение, температура воды составляла 142 °.

“По истечении двух часов с начала температура составляла 178 °.

“В два часа двадцать минут температура была 200 °, а в два часа тридцать минут она *действительно закипела!*”

“Было бы трудно описать удивление, выраженное на лицах прохожих при виде того, как такое большое количество воды нагрелось и фактически закипело без какого-либо огня. Хотя в этом вопросе не было ничего удивительного, все же я честно признаю, что это доставило мне

некоторую степень детского удовольствия, которое, если бы я стремился к репутации серьезного философа, мне, безусловно, следовало бы скорее скрывать, чем обнаруживать ”.

Затем он тщательно оценивает количество тепла, выделяемое каждой частью его аппарата по завершении эксперимента, и, суммируя все вместе, находит сумму, достаточную для доведения 26,58 фунтов ледяной воды до точки кипения, или до 180 ° по Фаренгейту. Путем тщательных расчетов он находит, что это тепло равно теплоте, выделяемой при сгорании 2 303,8 гран (что равно четырем и восьми десятым унции тройской) воска.

Затем он определяет “*быстроту*”, с которой выделялось тепло, подводя итог следующим образом: “Из результатов этих вычислений следует, что количество тепла, выделяемого равномерно или непрерывным потоком, если можно так выразиться, при трении тупого стального сверла о дно полого металлического цилиндра, было *больше*, чем при горении девяти *восковых свечей*, каждая диаметром в три четверти дюйма, все они горели чистым ярким пламенем.

“Одна лошадь была бы равна выполненной работе, хотя на самом деле были задействованы две. Таким образом, тепло может вырабатываться просто за счет силы лошади, и в случае необходимости это тепло может быть использовано для приготовления пищи. Но невозможно представить себе обстоятельства, при которых этот метод получения тепла был бы выгоден, поскольку больше тепла можно было бы получить, используя в качестве топлива корм, необходимый для содержания лошади ”.

[Это чрезвычайно важный отрывок, намекающий на то, что Румфорд ясно видел, что сила животных проистекает из пищи; *в теле животного не происходит никакого создания силы.*]

Размышляя над результатами всех этих экспериментов, мы естественным образом приходим к тому великому вопросу, который так часто был предметом спекуляций среди философов, а именно: что такое тепло — существует ли вообще такая вещь, как *огненная жидкость*? Есть ли что-нибудь, что при соблюдении правил можно назвать калорийным?

“Мы видели, что очень значительное количество тепла может быть возбуждено трением двух металлических поверхностей и выделяться постоянным потоком *во всех направлениях*, без перерыва и без каких-либо признаков *уменьшения* или *истощения*. Рассуждая на эту тему, мы не должны забывать *того самого замечательного обстоятельства*, что источник тепла, выделяемого трением в этих экспериментах, очевидно, оказался *неисчерпаемым*. [Курсивом выделен Румфорд.] Вряд ли нужно добавлять, что все, что *любое изолированное тело* или система тел может продолжать производить *без ограничений* не может быть *материальной субстанцией*; и мне кажется чрезвычайно трудным, если не совсем невозможным, сформировать какую-либо отчетливую идею о чем-либо, что может быть возбуждено и передано в этих экспериментах, за исключением Движения ”.

Когда будет написана история динамической теории теплоты, нельзя будет легко обойти вниманием человека, который, вопреки научным представлениям своего времени, мог экспериментировать и рассуждать на основе эксперимента, как это делал Румфорд в упомянутом здесь исследовании. Вряд ли с тех пор было приведено что-либо более убедительное против материальности тепла, едва ли что-либо более убедительное в том, что тепло - это то, чем считал Румфорд, *движение*.

ПОБЕДА ЛОКОМОТИВА “РАКЕТА”.

[Наверх](#)

[Часть главы XII. Часть II “Жизни Джорджа Стивенсона и его сына Роберта Стивенсона” Сэмюэля Смайла, Нью-Йорк, издательство Harper & Brothers, 1868.]

Работы на Ливерпульской и Манчестерской железных дорогах приближались к завершению. Но, как ни странно, директора еще не решили, какую тяговую силу следует использовать для работы линии, когда она открыта для движения. Расхождения во мнениях между ними были настолько велики, что, по-видимому, казались непримиримыми. Однако было необходимо, чтобы они пришли к какому-то решению без дальнейшей потери времени, и поэтому для обсуждения этого вопроса было проведено множество заседаний правления. Старомодная и испытанная система конных перевозок не лишилась своих сторонников; но, глядя на большой объем перевозок, которые предстояло осуществлять, и на вероятную задержку в переходе от станции к станции, если бы этот метод был принят, директора после посещения ими железных дорог Нортумберленда и Дарема в 1828 году пришли к выводу, что использование лошадиной силы недопустимо.

У стационарных двигателей было много сторонников; у локомотива — очень мало: он пока оставался почти в меньшинстве у одного - Джорджа Стивенсона

Тем временем продолжалась дискуссия о том, какую энергию следует постоянно использовать для работы железной дороги. Директора были завалены всевозможными схемами облегчения передвижения. Проектанты Англии, Франции и Америки, казалось, напустились на них. Существовали планы по перемещению вагонов по линии с помощью гидроэнергии. Некоторые предлагали водород, другие - углекислый газ. У атмосферного давления были свои ярые сторонники. И были предложены различные виды стационарной и локомотивной паровой энергии. Томас Грей настаивал на своем плане смазанной дороги с зубчатыми рельсами; и господа. Виньольт и Эрикссон рекомендовали использовать центральный фрикционный рельс, на который два горизонтальных ролика под локомотивом, прижимающиеся к бокам этого рельса, должны были обеспечивать возможность подъема по наклонным плоскостям

Два лучших инженера-практика того времени сошлись во мнении, что в основном высказываются в пользу использования стационарных двигателей. Нельзя было найти ни одного выдающегося профессионала, который мог бы сравниться с инженером железной дороги в его предпочтении локомотива фиксированной мощности двигателя. У него почти не было сторонников, а локомотивная система, казалось, была на грани отказа. И все же он не отчаивался. Несмотря на то, что профессия была против него, а общественное мнение — против него, поскольку по миру ходили самые страшные слухи об опасностях, неприглядности и неудобствах, которые создавал локомотив, — Стивенсон придерживался своей цели. Даже в это, по-видимому, самое мрачное время для локомотива, он без колебаний заявил, что железные дороги, построенные на локомотивах, не пройдет и многих лет, как станут “величайшими магистралями мира”.

Он всячески отстаивал свои взгляды перед директорами, в свое время и, как думали некоторые из них, не по сезону. Он указал на большее удобство локомотивной тяги для использования на

шоссе общего пользования, сравнив ее с серией коротких несвязанных цепей, любую из которых можно снять и заменить другой без прерывания движения; в то время как систему с неподвижным двигателем можно рассматривать в свете непрерывной цепи, проходящей между двумя концами, выход из строя любого звена которой вывел бы из строя все в целом. Но партия по ремонту двигателей была очень сильна в совете директоров, и во главе с мистером Кроппером они настаивали на целесообразности немедленного принятия доклада господ Уокера и Растрика. Уокер и Растрик. Мистер Сандарс и мистер Уильям Рэтбоун, с другой стороны, желали, чтобы локомотив прошел справедливые испытания; и они не без оснований возражали против расхода большого капитала, необходимого для строительства предлагаемых паровозостроительных мастерских с их стационарными двигателями, тросами и механизмами, пока они не испытают мощность локомотива в соответствии с рекомендациями их собственного инженера. Джордж Стивенсон продолжал убеждать их, что локомотив все же способен на значительные усовершенствования, если изобретателям и машинистам будут предоставлены надлежащие стимулы для их создания; и он пообещал себе, что, если ему будет предоставлено время, он сконструирует двигатель, который удовлетворит их требованиям и докажет, что способен перевозить тяжелые грузы по железной дороге со скоростью, регулярностью и безопасностью. Наконец, под влиянием его настойчивой серьезности не меньше, чем его аргументов, директора, по предложению мистера Харрисона, решили предложить приз в размере 500 фунтов стерлингов за лучший локомотивный двигатель, который в определенный день должен быть произведен на железной дороге и выполнять определенные условия наиболее удовлетворительным образом.^[7]

Требования директоров относительно скорости не были чрезмерными. Все, о чем они просили, это поддерживать скорость десять миль в час. Возможно, они имели в виду оживленные заявления *Quarterly Review* об абсурдности передвижения с большей скоростью, а также замечания, опубликованные мистером Николасом Вудом, которого они выбрали в качестве одного из судей конкурса совместно с мистером Растриком из Стоурбриджа и мистером Кеннеди из Манчестера.

Теперь считалось, что судьба железных дорог в значительной степени зависит от результата этого обращения к механическому гению Англии. Когда было опубликовано объявление о премии за лучший локомотив, ученые мужи стали более пристально обращать свое внимание на новую силу, которая таким образом боролась за существование. Тем временем общественное мнение по поводу работы железных дорог оставалось в замешательстве, и за ходом проекта следили с большим интересом.

Во время рассмотрения этого важного спора о том, какую мощность следует использовать при эксплуатации железной дороги, Джордж Стивенсон поддерживал постоянную связь со своим сыном Робертом, который часто приезжал в Ливерпуль с целью помочь своему отцу в подготовке его отчетов для правления по этому вопросу. Мистер Суонвик вспоминает живой интерес к вечерним дискуссиям, которые тогда велись между отцом и сыном относительно наилучшего способа увеличения мощности и совершенствования механизма локомотива. Он удивлялся их быстрому восприятию и быстрому суждению о предложениях друг друга; механическим трудностям, которые они предвидели и предусмотрели при практическом устройстве машины; и он говорит об этих вечерах как о наиболее интересных проявлениях двух активно изобретательных и способных умов, побуждающих друг друга к подвигам в области механических изобретений, благодаря которым было предопределено, что локомотивный

двигатель станет тем, чем он является сейчас. Эти обсуждения стали более частыми и еще более интересными после того, как директорами железных дорог был предложен общественный приз за лучший локомотив и были согласованы рабочие планы локомотива, который они предлагали построить.

Одним из наиболее важных соображений при разработке нового двигателя было расположение котла и увеличение его поверхности нагрева, позволяющее быстро и непрерывно поднимать достаточное количество пара с целью поддержания высоких оборотов — установлено, что эффективность двигателей высокого давления зависит главным образом от количества пара, который может вырабатывать котел, и от степени его эластичности при производстве. Очевидно, что количество образующегося таким образом пара должно главным образом зависеть от количества топлива, потребляемого в печи, и, как необходимое следствие, от поддерживаемой в ней высокой температуры.

Следует помнить, что в первых двигателях Киллингворта Стивенсона он предложил и применил оригинальный метод стимулирования горения в топке путем выброса отработанного пара в дымовую трубу после того, как он выполнил свою функцию в цилиндрах, тем самым ускоряя подъем потока воздуха, значительно увеличивая тягу и, следовательно, температуру огня. Этот план был принят им, как мы видели, еще в 1815 году, и он был настолько успешным, что он сам приписывал ему большую экономичность локомотива по сравнению с лошадиной силой. Отсюда и продолжение его использования на Киллингвортской железной дороге.

Хотя внедрение парового дутья значительно ускорило горение и способствовало быстрому производству пара высокого давления, ограниченное количество поверхности нагрева, предоставляемой огню, по-прежнему считалось препятствием для полного успеха локомотивного двигателя. Мистер Стивенсон попытался преодолеть это, удлив котлы и увеличив поверхность дымовых труб. “Ланкаширская ведьма”, которую он построил для железной дороги Болтон и Ли и использовал при формировании железнодорожных насыпей Ливерпуля и Манчестера, была построена с двойными трубами, каждая из которых содержала огонь и проходила в продольном направлении через котел. Но такое расположение неизбежно привело к значительному увеличению веса этих двигателей, который составил примерно двенадцать тонн каждый; а поскольку шесть тонн были пределом, допустимым для двигателей, допущенных к соревнованиям в Ливерпуле, было ясно, что пришло время, когда двигатель Киллингворта должен подвергнуться дальнейшей важной модификации.

В течение многих лет, предшествовавших этому периоду, гениальные механики пытались решить проблему создания наилучшего и наиболее экономичного котла для производства пара высокого давления.

Использование труб в котлах для увеличения поверхности нагрева было известно давно. Еще в 1780 году Мэтью Боултон использовал медные трубки в продольном направлении в котле Wheal Busy engine в Корнуолле — огонь проходил через трубы - и было обнаружено, что таким образом производство пара значительно увеличилось. Впоследствии использование трубчатых котлов стало обычным явлением в Корнуолле. В 1803 году Вульф, инженер из Корнуолла, запатентовал котел с трубами с той же целью увеличения поверхности нагрева. Вода находилась *внутри* труб, а огонь в котле - снаружи. Аналогичные способы были предложены другими изобретателями. В 1815 году Тревитик изобрел свой легкий переносной котел высокого давления, в котором, чтобы “выставить большую поверхность для огня”, он сконструировал котел из ряда небольших

перпендикулярных труб, “выходящих в общий резервуар наверху”. В 1823 году У. Х. Джеймс изобрел котел, состоящий из ряда кольцевых труб из кованого железа, расположенных бок о бок и скрепленных болтами, так что их соединение образовывало длинный цилиндрический котел, в центре которого, на конце, располагался камин. Огонь играл вокруг трубок, в которых находилась вода. В 1826 году Джеймс Невилл получил патент на котел с вертикальными трубами, окруженными водой, через которые проходил нагретый воздух из топки, объяснив также в своем описании, что трубы могут быть горизонтальными или наклонными, в зависимости от обстоятельств. Мистер Голдсуорси, настойчивый приспособитель паровых экипажей к передвижению по дорогам общего пользования, применил трубчатый принцип в котле своего двигателя, в котором пар вырабатывался *внутри* труб; в то время как котел, изобретенный господами Голдсуорси и Дж. Паровая повозка Summer и Ogle для их магистральных дорог состояла из ряда труб, расположенных вертикально над печью, по которым проходил нагретый воздух, прежде чем попасть в дымоход.

Примерно в то же время Джордж Стивенсон пытался внедрить небольшие трубки в котлы своих локомотивов с целью увеличения их испарительной способности. Так, в 1829 году он отправил во Францию два паровоза, сконструированных на заводе в Ньюкасле для Лионской и Сент-Этьенской железных дорог, в котлы которых были вставлены трубки с водой. Таким образом, поверхность нагрева была значительно увеличена; но этот способ не увенчался успехом, так как трубки, покрывшись отложениями, вскоре перегорели и были удалены. Именно тогда мсье Сеген, инженер железной дороги, преследуя ту же идею, как говорят, разработал свой план использования горизонтальных труб, по которым струйками проходил нагретый воздух, и на который он получил французский патент.

Тем временем мистер Генри Бут, секретарь Ливерпульской и Манчестерской железных дорог, чье внимание было привлечено к вопросу о награде, присуждаемой лучшему локомотиву, работающему на этой линии, предложил тот же метод, который, по его неведению, Мэтью Боултон применил, но не запатентовал, в 1780 году, а Джеймс Невилл запатентовал, но не применил в 1826 году; и он был применен Робертом Стивенсоном при постройке “Ракеты”, получившей приз в Рейнхилле в октябре 1829 года. Ниже приводится отчет мистера Бута в письме автору:

“В то время я почти ежедневно общался с мистером Стивенсоном и не знал, что у него было какое-либо намерение побороться за приз, пока я не поделился с ним своей схемой многокомпонентного котла. Эта новая схема котла включала в себя введение множества маленьких трубок диаметром два или три дюйма и толщиной менее одной восьмой дюйма, через которые можно проводить огонь вместо одной трубы или дымохода диаметром восемнадцать дюймов и толщиной около половины дюйма, благодаря чему мы не только получаем гораздо большую поверхность нагрева, но и поверхность нагрева намного эффективнее, поскольку между огнем и водой находится только тонкий лист меди или латуни толщиной не в восьмую часть дюйма, а не железная пластина толщиной в четыре раза больше, а также более низкая температура нагрева. проводник тепла.

“Когда были опубликованы условия испытаний, я сообщил о своем многотрубном плане мистеру Стивенсону и предложил ему, чтобы мы совместно сконструировали двигатель и поборолись за приз. мистер Стивенсон одобрил план и согласился с моим предложением. Он установил режим, при котором топка и трубки должны были располагаться друг против друга и

соединяться, и двигатель был сконструирован на заводе господина Дж. Роберт Стивенсон и Компания, Ньюкасл-он-Тайн.

“Я ничего не знаю о работе мсье Сегена во Франции, но я утверждаю, что являюсь изобретателем в Англии, и считаю себя вправе заявить без оговорок, что до тех пор, пока я не изложил мистеру Стивенсону свой план с целью побороться за приз в Рейнхилле, он не был опробован и не был известен в этой стране”.

Исходя из хорошо известного высокого характера мистера Бута, мы полагаем, что его заявление было сделано совершенно добросовестно, и что он был в таком же неведении о плане, запатентованном Невиллом, как и о плане Сегена. Как мы видели, из множества конструкций трубчатых котлов, изобретенных за предыдущие тридцать лет, идея не была ни в коем случае новой; и мы считаем, что мистеру Буту принадлежит заслуга изобретения метода, с помощью которого многотрубчатый принцип был так эффективно применен при конструировании знаменитого “ракетного” двигателя.

Основные обстоятельства, связанные со строительством “Ракеты”, как их описал автору Роберт Стивенсон, могут быть кратко изложены. Трубчатый принцип был принят в более полной форме, чем до сих пор предпринимались попытки. Двадцать пять медных трубок, каждая диаметром три дюйма, тянулись от одного конца котла до другого, нагретый воздух проходил через них по пути к дымоходу; и поскольку трубы были окружены водой из котла, будет очевидно, что таким образом эффективно обеспечивалась большая протяженность поверхности нагрева. Основная трудность заключалась в установке медных трубок на концах котла таким образом, чтобы предотвратить утечку. Они были изготовлены медником из Ньюкасла и припаяны к латунным винтам, которые были ввинчены в торцы котла, выдаваясь большими выступами. Когда трубы были установлены таким образом и котел наполнился водой, было приложено гидравлическое давление; но вода вытекала из каждого стыка, и вскоре заводской цех был затоплен. Роберт вернулся домой в отчаянии; и в первый момент горя он написал своему отцу, что вся затея провалилась. С обратной почтой пришло письмо от его отца, в котором говорилось, что не стоит и думать об отчаянии — что он должен “попробовать еще раз”; и он предложил способ преодоления трудности, который его сын уже предвидел и к которому приступил. Она заключалась в том, чтобы просверлить чистые отверстия в торцах котла, как можно плотнее вставить гладкие медные трубки, запаять, а затем поднять пар. Этот план удался на славу: расширение медных труб полностью заполнило все промежутки и позволило создать идеально герметичный котел, способный выдерживать экстремальное внешнее давление.

Способ использования паровой струи с целью увеличения тяги в дымоходе также был предметом многочисленных экспериментов. Когда двигатель был впервые опробован, считалось, что дым в дымоходе был недостаточно сильным для поддержания интенсивности огня в печи, чтобы производить пар высокого давления с требуемой скоростью. Поэтому был принят способ забивать медные трубы молотком в том месте, где они входят в дымоход, благодаря чему дутье было значительно усилено; и при дальнейшем испытании было обнаружено, что тяга была увеличена до такой степени, что позволяла поднимать большое количество пара. Обоснование взрыва может быть просто объяснено ссылкой на эффект сжатия трубы водяного шланга, за счет чего сила струи воды пропорционально увеличивается. Расширьте сопло трубы, и струя таким же образом уменьшится. То же самое происходит с паровой струей в дымовой трубе локомотива.

Однако были высказаны сомнения в том, не уравнивается ли в некоторой степени большая тяга, получаемая при сжатии воздуходувной трубы, отрицательным давлением на поршень. Поэтому была проведена серия экспериментов с трубами разного диаметра, и их эффективность была проверена по величине вакуума, который создавался в коптильне. Степень разрежения определялась с помощью стеклянной трубки, прикрепленной ко дну коптильни и опускаемой в ведро с водой, причем трубка была открыта с обоих концов. По мере того как происходило разрежение, вода, конечно, поднималась в трубке, и высота, на которую она поднималась над поверхностью воды в ведре, служила мерой величины разрежения. Эти эксперименты доказали, что значительное увеличение тяги достигается за счет сужения отверстия; соответственно, две вытяжные трубы, выходящие из цилиндров по обе стороны от "Ракетной" трубы и обращенные внутрь нее, были сужены немного ниже области паровых отверстий, и перед тем, как двигатель покинул завод, вода в стеклянной трубке поднялась на три дюйма над уровнем воды в ведре.

Другие устройства "Ракеты" вкратце сводились к следующему: котел был цилиндрической формы с плоскими концами, шести футов в длину и трех футов четырех дюймов в диаметре. Верхняя половина котла использовалась как резервуар для пара, нижняя половина была заполнена водой. Через нижнюю часть тянулись медные трубы, которые с одного конца были открыты для топки, а с другого - для дымохода. Топка, или топка шириной в два фута и высотой в три фута, была прикреплена непосредственно за котлом и также была окружена водой. Цилиндры двигателя располагались по бокам котла в наклонном положении, один конец находился почти на одном уровне с верхней частью котла на его задней стороне, а другой был направлен к центру передней, или ведущей, пары колес, соединение с которыми осуществлялось непосредственно от поршневого штока к штифту на внешней стороне колеса. Двигатель вместе с запасом воды весил всего четыре тонны с четвертью и опирался на четыре колеса, не сцепленных между собой. Тендер был четырехколесным и по форме напоминал фургон — в передней части находилось топливо, а в задней - бочка с водой.

Когда "Ракета" была закончена, ее установили на Киллингвортской железной дороге с целью эксперимента. Новая схема котла была признана совершенно удачной. Пар поднимался быстро и непрерывно, причем в количестве, которое тогда казалось поразительным. В тот же вечер Роберт отправил письмо своему отцу в Ливерпуль, в котором, к его великой радости, сообщал, что с "Ракетой" "все в порядке" и ко дню испытания она будет полностью исправна. Вскоре после этого двигатель был отправлен компанией waggon в Карлайл, а оттуда отправлен в Ливерпуль.

Настало время, которого так жаждал Джордж Стивенсон, когда достоинства пассажирского локомотива должны были вот-вот подвергнуться испытанию. До сих пор он сражался за это почти в одиночку. Поглощенный своими повседневными трудами и тревогами, измученный трудностями и разочарованиями, которые сокрушили бы дух менее решительного человека, он твердо придерживался своей цели, несмотря на добрые и недобрые отзывы. Враждебность, которую он испытывал со стороны некоторых директоров, выступавших против внедрения локомотива, была обстоятельством, которое причинило ему наибольшее огорчение из всех; ибо там, где он искал поддержки, он находил только придирки и противодействие. Но мужество никогда не подводило его; и теперь "Ракета" была на земле, чтобы доказать, используя его собственные слова, "был ли он человеком слова или нет".

В день, назначенный для большого соревнования локомотивов в Рейнхилле, на приз были заявлены следующие двигатели:

1. Господа. “Новизна” Брейтуэйта и Эрикссона.
2. “Санспарель” мистера Тимоти Хакворта.
3. “Ракета” господ Р. Стивенсона и Компании.
4. “Настойчивость” мистера Берстолла.

Площадка, на которой предстояло испытать двигатели, представляла собой ровный участок железной дороги длиной около двух миль. Каждый должен был совершить двадцать поездок, или что равнялось путешествию в семьдесят миль, в течение дня, и средняя скорость передвижения должна была составлять не менее десяти миль в час. Было решено, что во избежание путаницы каждый двигатель следует опробовать отдельно и в разные дни.

Днем проведения соревнований было назначено 1 октября, но, чтобы дать достаточно времени для приведения локомотивов в рабочее состояние, директора продлили его до 6-го. Для Стивенсонов было весьма характерно, что, хотя их двигатель не стоял первым в списке на испытания, он был первым, кто был готов, и, соответственно, судьи отправили его в экспериментальную поездку. И все же “Ракета” ни в коем случае не была “фаворитом” ни у судей, ни у зрителей. Николас Вуд впоследствии заявил, что большинство судей были решительно настроены в пользу “Новинки” и что “девять десятых, если не десять десятых, присутствующих были против “Ракеты” из-за ее внешнего вида”. Почти каждый отдавал предпочтение какому-нибудь другому двигателю, так что “Ракете” оставалось только провести практическое испытание. Первый полет, совершенный ею, был вполне успешным. Он пробежал около двенадцати миль без остановок примерно за пятьдесят три минуты.

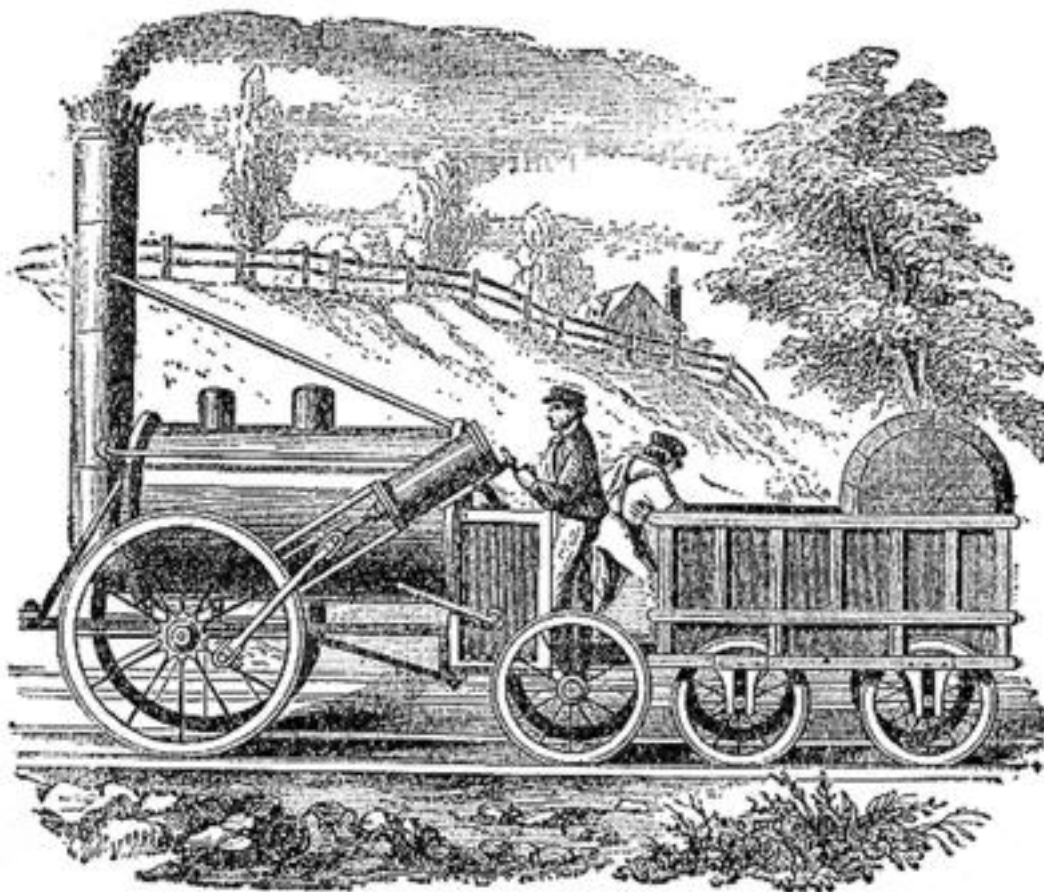
Следующей была названа “Новинка”. Это был легкий двигатель, очень компактный на вид, транспортирующий воду и топливо на тех же колесах, что и двигатель. Вес всего этого составлял всего три тонны и сто килограммов веса. Особенностью этого двигателя было то, что воздух *нагнетался* через огонь с помощью сильфонов. День был уже далеко на исходе, и возник некоторый спор относительно метода распределения надлежащей нагрузки для “Новинки”, поэтому никаких особых экспериментов не проводилось, кроме того, что паровоз пересекал линию для демонстрации, иногда двигаясь со скоростью двадцать четыре мили в час. Следующим экспонатом был “Прозрачник”, сконструированный мистером Тимоти Хаквортом, но в этот день с ним не проводилось никаких особых экспериментов. Этот паровоз мало отличался по своей конструкции от локомотива, который Стивенсоны в последний раз поставляли Стоктонско-Дарлингтонской железной дороге, где мистер Хакворт был мастером локомотива.

Соревнование было отложено до следующего дня; но, прежде чем судьи прибыли на площадку, мехи для создания взрыва в “Новинке” сломались, и было признано, что она не справляется со своей задачей. Дефект был также обнаружен в котле “Санспареля”, и на его ремонт было отведено еще некоторое время. Большое количество зрителей, собравшихся понаблюдать за соревнованием, было сильно разочаровано такой отсрочкой; но, чтобы смягчить ситуацию, Стивенсон снова достал “Ракету” и, прицепив ее к экипажу, вмещавшему тридцать человек, погнал их вдоль трассы со скоростью от двадцати четырех до тридцати миль в час, к большому

их удовольствию и изумлению. Перед разделением судьи приказали двигателю быть готовым к восьми часам следующего утра, чтобы пройти определенные испытания в соответствии с предписанными условиями.

Утром 8 октября “Ракета” снова была готова к соревнованиям. Двигатель поставили на край сцены, топку наполнили коксом, разожгли огонь и поднимали пар до тех пор, пока он не поднял предохранительный клапан, давление в котором достигло пятидесяти фунтов на квадратный дюйм. Эта процедура заняла пятьдесят семь минут. Затем паровоз тронулся в путь, волоча за собой тележки весом около тринадцати тонн, и совершил первые десять поездок взад и вперед по дороге протяженностью две мили, преодолев тридцать пять миль, включая остановки, за час и сорок восемь минут. Вторые десять рейсов были совершены аналогичным образом за два часа и три минуты. Максимальная скорость, достигнутая во время пробной поездки, составила двадцать девять миль в час, или примерно в три раза больше скорости, которую один из судей соревнований объявил пределом возможностей. Средняя скорость, с которой совершались все поездки, составляла пятнадцать миль в час, или на пять миль превышала скорость, указанную в условиях, опубликованных компанией. Все представление вызвало величайшее изумление собравшихся зрителей; режиссеры были уверены, что их предприятие находится на пороге успеха; и Джордж Стивенсон радовался, думая, что, несмотря на всех лжепророков и непостоянных советчиков, локомотивная система теперь в безопасности. Когда “Ракета”, выполнив все условия конкурса, прибыла на “большую трибуну” в конце своего успешного дневного пробега, мистер Кроппер — один из директоров, выступающих за систему стационарных двигателей, — поднял руки и воскликнул: “Теперь Джордж Стивенсон, наконец, выступил сам”

“Ракета” превзошла по производительности все локомотивные двигатели, которые еще были сконструированы, и превзошла даже оптимистичные ожидания своих конструкторов. Он удовлетворительно ответил на доклад г-на Уокера и Rastrick, и установлена эффективность паровоза для работы в Ливерпуль и Манчестер железной дороги, и, по сути, все будущие железные дороги. “Ракета” показала, что в мире родилась новая держава, полная активности и силы, с безграничной трудоспособностью. Именно простое, но достойное восхищения изобретение паровой машины и ее сочетание с многотрубчатым котлом сразу придали движению бодрости и обеспечили триумф железнодорожной системы.[8]



“Ракета”

СНОСКИ:

[7] Условия были таковы:

1. Двигатель должен эффективно потреблять собственный дым.
2. Двигатель, если он весит шесть тонн, должен быть способен изо дня в день преодолевать двадцатитонный вес (включая тендер и цистерну с водой) со скоростью *десять миль* в час при давлении пара в котле, не превышающем пятидесяти фунтов на квадратный дюйм.
3. Котел должен иметь два предохранительных клапана, ни один из которых не должен быть закреплен, и один из них должен быть полностью неподконтролен машинисту.
4. Двигатель и котел должны опираться на пружины и шесть колес, высота всего не должна превышать пятнадцати футов до верха дымохода.
5. Двигатель с водой не должен весить более шести тонн; но двигатель меньшего веса был бы предпочтительнее, поскольку он несет за собой пропорциональную нагрузку; если он весит всего четыре с половиной тонны, то его можно поставить только на четыре колеса. Компания будет иметь право протестировать котел и т.д. Давлением в сто пятьдесят фунтов на квадратный дюйм.

6. К машине должен быть прикреплен ртутный датчик, показывающий давление пара выше сорока пяти фунтов на квадратный дюйм.

7. Паровоз должен быть доставлен в сборе и готовым к испытаниям на Ливерпульский конец железной дороги не позднее 1 октября 1829 года.

8. Цена двигателя не должна превышать 550 фунтов стерлингов.

Многие влиятельные лица объявили условия, опубликованные директорами железной дороги, в высшей степени химерическими. Один довольно известный джентльмен из Ливерпуля, мистер П. Юарт, который впоследствии занял должность государственного инспектора почтовых паровых отправок, заявил, что только шайка шарлатанов могла выдвинуть такой набор условий; что было *доказано*, что невозможно заставить локомотивный двигатель двигаться со скоростью десять миль в час; но если это когда-нибудь будет сделано, он согласится съесть на завтрак тушеное паровозное колесо.

[8] Когда на дорогах появились более тяжелые и мощные двигатели, старая "Ракета", которая стала рассматриваться как вещь, не имеющая ценности, была продана в 1837 году. С тех пор он был передан в Музей патентов в Южном Кенсингтоне, Лондон, где его до сих пор можно увидеть.

Примечания переписчика:

Страница 30—имплантированный изменен на занятый.

Страница 31—впоследствии изменено на впоследствии.

Страница 47—сборка изменена на building.

Страница 147—суггестор изменен на суггестор.

Страница 166—предположение изменено на предложение.

Сноска 7— Изменен вопросительный знак на точку.

Несоответствия в словах, написанных через дефис, были приведены в соответствие.

Очевидные типографские ошибки, включая пунктуационные, исправлены без замечаний.